

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

عنوان:
تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و
هیدروبیولوژی دریای خزر طی سالهای ۸۵-۱۳۷۰

مجری:
حسن فضلی

شماره ثبت
۸۹/۱۰۴۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

- عنوان پروژه/ طرح : تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر طی سالهای ۸۵-۱۳۷۰
- شماره مصوب: ۸۶۰۸۹-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲
- نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارنده گن: حسن فضلی
- نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه‌ها و طرحهای ملی و مشترک دارد):
- نام و نام خانوادگی مجری/ مجریان: حسن فضلی
- نام و نام خانوادگی همکاران: سید محمد وحید فارابی - غلامرضا دریانبرد - علی گنجیان - فریبا واحدی - سید ابراهیم واردی - عبدالله هاشمیان - مژگان روشن طبری
- نام و نام خانوادگی مشاور (ان): مهدی نادری
- محل اجرا: استان مازندران
- تاریخ شروع: ۸۶/۱۰/۱
- مدت اجرا: ۱ سال و ۶ ماه
- ناشر: مؤسسه تحقیقات شیلات ایران
- شمارگان (تیراژ): ۲۰ نسخه
- تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۹
- حق چاپ برای مؤلف محفوظ است - نقل مطالب تصاویر، جداول، منحنی‌ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است.

«سوابق طرح یا پروژه و مجری»

پروژه : تجزیه و تحلیل داده‌های هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای

خزر طی سالهای ۸۵-۱۳۷۰

کد مصوب : ۸۶۰۸۹-۸۶۰۵-۱۲-۷۶-۲

شماره ثبت (فروست) : ۸۹/۱۰۴۲ تاریخ : ۱۳۸۹/۹/۱۴

با مسئولیت اجرایی جناب آقای حسن فضلی دارای مدرک تحصیلی دکترا

در رشته ارزیابی ذخایر آبزیان می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ

۱۳۸۹/۵/۱۰ مورد ارزیابی و با نمره ۱۷/۸ و رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد ☐ پژوهشکده ☒ مرکز ☐ ایستگاه ☐

با سمت رئیس بخش ارزیابی ذخایر در پژوهشکده اکولوژی دریای خزر

مشغول بوده است.

به نام خدا

| عنوان | «فهرست مندرجات» | صفحه |
|---|-----------------|------|
| چکیده..... | | ۱ |
| ۱- مقدمه..... | | ۴ |
| ۲- مواد و روش ها..... | | ۹ |
| ۲-۱- منطقه مورد بررسی..... | | ۹ |
| ۲-۲- ایستگاه های نمونه برداری..... | | ۹ |
| ۲-۳- روش نمونه برداری..... | | ۱۱ |
| ۲-۴- روش بررسی نمونه ها..... | | ۱۴ |
| ۳- نتایج..... | | ۲۰ |
| ۳-۱- پارامترهای فیزیکی و شیمیائی آب دریای خزر..... | | ۲۰ |
| ۳-۲- فیتوپلانکتون..... | | ۳۶ |
| ۳-۳- زئوپلانکتون..... | | ۶۱ |
| ۳-۴- کفزیان..... | | ۷۸ |
| ۳-۵- روابط بین پارامترهای مختلف فیزیکی- شیمیائی و موجودات زنده..... | | ۹۰ |
| ۴- بحث..... | | ۹۷ |
| منابع..... | | ۱۰۹ |
| پیوست ها..... | | ۱۱۴ |
| پیوست ۱..... | | ۱۱۵ |
| پیوست ۲..... | | ۱۳۰ |
| پیوست ۳..... | | ۱۳۹ |
| پیوست ۴..... | | ۱۴۹ |
| چکیده انگلیسی..... | | ۱۵۲ |

چکیده

هر ساله داده های زیادی توسط محققین پژوهشکده اکولوژی دریای خزر در طرح هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر در سواحل ایران جمع آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. این داده ها بطور سالانه و توسط چندین محقق جمع آوری و بصورت گزارشات مختلف ارائه شده است ولی تا بحال داده ها فوق یکجا مورد پردازش قرار نگرفته و تغییرات سالانه پارامترهای متخلف و روابط بین آنها بررسی نشده است. هدف از این تحقیق تجمیع داده های بدست آمده در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ و تجزیه و تحلیل آنها و دنبال نمودن تغییرات ایجاد شده در دریای خزر می باشد.

نتایج نشان می دهد که میانگین سالانه شفافیت و شوری در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ روند کاهشی داشته و بترتیب از ۶/۸ متر به ۳/۷ متر و ppt ۱۲/۳۷ به ppt ۱۱/۵۵ رسید ولی میانگین اکسیژن محلول بترتیب از ۶/۴ به ۸/۶ میلی گرم در لیتر افزایش داشته است. میانگین مقدار pH دارای نوسانات بسیار اندکی بود (بین ۸/۱۵ الی ۸/۳۱). با افزایش عمق از سطح به کف میانگین اکسیژن بشدت کاهش می یابد (در لایه سطحی ۷/۱۸ در عمق ۸۰۰ متری ۱/۴۵ میلی گرم در لیتر). روند تغییرات شوری و pH با عمق بسیار بطئی بود ولی شوری با افزایش عمق روند افزایشی و pH روند کاهشی داشت. میانگین مقدار فسفر ارگانیک، غیر ارگانیک و کل با افزایش عمق تقریباً روند افزایشی نشان می دهد. میانگین مقدار نترات و سیلیس با افزایش عمق بشدت افزایش ولی میانگین نیتريت و نیتروژن ارگانیک کاهش می یابد. بر اساس نتایج این تحقیق تغییرات درجه حرارت در لایه های مختلف آب در فصل زمستان بسیار اندک ولی در فصول بهار لایه کاهشی شدید درجه حرارت در اعماق ۲۰-۱۰ متر، در فصل زمستان ۵۰-۲۰ متر و در فصل پائیز ۱۰۰-۵۰ مشاهده گردید. با افزایش عمق (از ساحل به دریا) میزان شفافیت و شوری روندی افزایشی و میزان اکسیژن و pH روندی کاهشی دارند.

در مجموع ۳۳۵ گونه فیتوپلانکتون شناسائی شد که در دوره قبل ۷۸ گونه که در دوره قبل وجود داشتند در نمونه ها دیده نشدند ولی ۹۶ گونه جدید به ثبت رسیدند. حداقل و حداکثر میانگین توده زنده کل فیتوپلانکتون بترتیب ۵۹/۰ و ۱۰۳۴/۰ میلی گرم در متر مکعب در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۰ برآورد شد. همچنین حداقل این شاخص در لایه ۱۰۰ متری (۲۴/۱ میلی گرم در متر مکعب) و حداکثر در لایه سطحی (۱۳۴۴/۱ میلی گرم در متر مکعب) دیده شد. میانگین وزن توده زنده فیتوپلانکتون در بعد از ورود شانه افزایش نشان می دهد. بین

میانگین وزن توده زنده در دو دوره قبل و بعد از حضور شانه دار ($P < 0.001$)، در فصول مختلف ($P < 0.001$) و مناطق مختلف ($P < 0.024$) اختلاف معنی داری وجود دارد. شاخه های Bacillariophyta و Phyrophyta بیشترین فراوانی را دارا بوده و بترتیب ۵۲/۷ و ۳۷/۰ از کل وزن توده زنده را بخود اختصاص دادند. در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ شاخص تنوع گونه ای شانون-وینر بین ۳/۰۲ - ۱/۲۹ ؛ یکنواختی ۰/۶۱ - ۰/۲۸ و غنای گونه ای بین ۷/۶۰ - ۴/۳۲ برآورد شد.

از زئوپلانکتونها ۶۷ گونه شناسائی شد که اغلب این گونه های در قبل از حضور شانه دار در دریای خزر وجود داشتند ولی دوره بعد در نمونه ها مشاهده نگردیدند. حداقل و حداکثر تعداد گونه های مشاهده شده در هر سال بترتیب در سالهای ۷۴-۱۳۷۳ و ۱۳۸۵؛ ۳۷ و ۶ گونه به ثبت رسیده است. حداقل و حداکثر وزن توده زنده بترتیب ۱۲/۶ و ۳۶۳/۸ میلی گرم در متر مکعب در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۷۸ مشاهده شد. میانگین وزن توده زنده زئوپلانکتون در همه اعماق در بعد از ورود شانه دار بشدت کاهش یافت و کمتر از دوره قبل از ورود شانه دار بود. نتایج نشان می دهد که بین میانگین وزن توده زنده زئوپلانکتون در دو دوره، چها فصل سال و سه منطقه غرب، میانی و شرق اختلاف معنی داری وجود دارد (بترتیب $P < 0.001$ ، $P < 0.008$ و $P < 0.001$). بیشترین فراوانی (تعداد و وزن) زئوپلانکتون به کوبه پودا تعلق داشت (بترتیب ۵۱/۵٪ و ۶۳/۰٪). روتاتوریا در رده بعدی قرار دارد. در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ شاخص تنوع گونه ای بین ۱/۶۰ - ۰/۱۹، یکنواختی ۰/۵۲ - ۰/۰۸، غنای گونه ای بین ۲/۲۹ - ۰/۳۷ متغیر بود.

تنوع گونه ای کفزیان در طی سالهای مذکور مانند زئوپلانکتون بشدت کاهش یافت. میانگین وزن توده زنده از ۱۳/۷ گرم در متر مربع در سال ۷۴-۱۳۷۳ به ۱/۸ گرم در متر مربع در سال ۱۳۸۳ کاهش یافت ولی در سال ۱۳۸۴ بشدت افزایش و حداکثر میزان خود یعنی ۴۶/۷ گرم در متر مربع رسید. با افزایش عمق میانگین وزن توده زنده کفزیان بشدت کاهش یافت. مقایسه میانگین وزن توده زنده در دوره قبل و بعد از حضور شانه دار اختلاف معنی داری را نشان می دهد ($P < 0.001$) ولی بین فصول و مناطق مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نشد (بترتیب $P > 0.137$ و $P > 0.782$). قبل از حضور شانه دار کرمها گروه غالب را تشکیل می دادند بطوریکه ۴۵٪ از کل تعداد کفزیان و حدود ۲۰٪ از کل وزن توده زنده به آنها تعلق داشت. در دوره بعد فراوانی تعداد آنها بشدت افزایش یافت (بیش از ۸۵٪) ولی از نظر وزن توده زنده Cardidae بیشترین میزان را بخود اختصاص داده است (بیش از

۹۰٪). شاخصهای تنوع گونه ای بین ۲/۵۱-۰/۶۹، یکنواختی بین ۰/۶۳-۰/۲۳ و غنای گونه ای نیز بین ۳/۷۹-۱/۱۱ در نوسان بود. با استفاده از نرم افزار AMBI نیز شاخص شانون - وینر در تمام فصول در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ در حد متوسط بود ولی در سالهای ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۴ در اغلب فصول به محدوده بد تنزل پیدا نمود. شاخص مهم M-AMBI که ترکیبی از چندین شاخص می باشد نیز تقریباً تغییرات مشابه ای مانند شاخص شانون-وینر را نشان می دهد. بر اساس این شاخص وضعیت کیفی اکولوژیک دریای خزر در سواحل ایران در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ در همه فصول در محدوده عالی قرار داشت ولی در سالهای بعد (بعد از حضور شانه دار) به محدوده خوب تا متوسط تنزل یافته است.

روابط بین متغیرهای مختلف غیر زنده و فیتوپلانکتون نشان می دهد که بین شفافیت-شوری رابطه مستقیم، شفافیت-درجه حرارت آب، شفافیت-pH، شفافیت - نترات کل، شفافیت - نترات آلی، شفافیت - نترات معدنی، شفافیت-تعداد فیتوپلانکتون، شفافیت-وزن توده زنده فیتوپلانکتون رابطه معکوس معنی دار و قوی وجود دارد. مقایسه میانگین متغیرهای مختلف در دو دوره سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵ (بترتیب قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر) نشان می دهد که میانگینهای صید کیلکا ماهیان کاهش، فراوانی نسبی کیلکای آنچوی و چشم درشت بشدت کاهش، فراوانی نسبی کیلکای معمولی بشدت افزایش، شاخصهای تنوع گونه ای، یکنواختی و غنای گونه ای و تعداد گونه های زئوپلانکتون بشدت کاهش، میانگین وزن توده زنده و میانگین شفافیت بشدت کاهش و میانگینهای اکسیژن، صید ماهی سفید و کفال ماهیان افزایش داشته است و در اغلب موارد این اختلافات در سطح $P < 0.05$ معنی دار بود. بنابراین در دوره دوم یعنی با حضور شانه دار مهاجم در دریای خزر میزان تولیدات اولیه افزایش، میزان وزن توده زنده زئوپلانکتون و بخصوص کیلکا ماهیان که از آنها تغذیه می کنند بشدت کاهش یافته ولی ماهیانی که از کف تغذیه می کنند مانند ماهی سفید و کفال ماهیان افزایش داشته اند

۱- مقدمه

دریای خزر بزرگترین دریاچه جهان و یکی از کهن ترین دریاچه های روی زمین است. این دریاچه یک دریاچه endorheic بوده و با اقیانوس ها و دریاها ارتباط ندارد. بهمین دلیل این نوع دریاچه به آلودگی بسیار حساس می باشند (<http://www.worldlakes.org/lakedetails.asp?lakeid=8762>).

چون سطح آب دریای خزر دائم در حال نوسان است مساحت آن نیز تغییر می کند. بر اساس گزارش Kritski et al., 1975 زمانی که سطح آب دریای خزر ۲۸ متر پائین تر از سطح آبهای آزاد بود مساحت آن ۳۷۶۰۰۰ کیلومتر مربع و حجم آن ۷۵۱۰۰ کیلومتر مکعب بود ولی حداکثر سطح دریای خزر ۴۳۶۰۰۰ کیلومتر مربع و حجم آن ۸۷۲۰۰ کیلومتر مکعب برآورد شده است (بر گرفته از Aladin and Plotnikov, 2004). طول دریای خزر ۱۲۲۵ کیلومتر و بیشترین، کمترین و متوسط عرض آن بترتیب ۵۶۶، ۲۰۴ و ۳۳۰ کیلومتر گزارش شده است (Zonn, 2000؛ بر گرفته از Aladin and Plotnikov, 2004).

دریای خزر به سه منطقه شمالی، میانی و جنوبی تقسیم می شود. مساحت سه منطقه بترتیب ۹۰/۳، ۱۳۷/۷ و ۱۴۸/۵ هزار کیلومتر مربع می باشد. خزر شمالی کمتر از ۱٪، خزر میانی ۳۵٪ و خزر جنوبی ۶۴٪ حجم آب دریای خزر را بخود اختصاص می دهند. حجم آب ورودی رودخانه ها در منطقه خزر شمالی بیش از ۸۸٪ از کل آب جریانات آبی دریای خزر را در طول سال بخود اختصاص می دهد (Kritski et al., 1975)؛ بر گرفته از Aladin and Plotnikov, 2004). متوسط عمق سه منطقه بترتیب ۶، ۱۷۵ و ۳۰۰ متر گزارش شده است (Aladin and Plotnikov, 2004).

بجز سه منطقه مذکور منطقه چهارم شامل خلیج کم عمق قره بغاز با عمقی کمتر از ۱۰ متر است. سطح این منطقه ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع (حدود ۳٪ از کل سطح دریای خزر) می باشد و نقش این خلیج در تنظیم سطح آب دریای خزر بسیار زیاد می باشد. این خلیج کم عمق تقریباً ۳ الی ۴ متر پائین تر از سطح دریای خزر بوده و بهمین دلیل آب دریا بطور دائم در آن جریان دارد. این خلیج بطور دائم آب دریای خزر را بداخل خود می کشد و آب آن بسرعت تبخیر می گردد (Aladin and Plotnikov, 2004).

مهمترین پارامتر غیر زنده دریای خزر شوری می باشد. شوری در خزر شمالی، میانی، جنوبی و خلیج قره باغ بسیار متفاوت می باشد. در خزر شمالی شوری دارای دامنه وسیعی بوده و از ۰/۵ تا ۱۰ گرم در لیتر تغییر می کند. میانگین شوری در سه منطقه دیگر بترتیب ۱۲/۷، ۱۳ و بیش از ۳۰۰ ppt برآورد شده است (Aladin and Plotnikov, 2004).

آب بیش از ۱۳۰ رودخانه به دریای خزر جریان دارد. سطح حوزه آنها برابر ۳/۵ میلیون کیلومتر مربع می باشد. در سالهای ۹۵-۱۹۹۰ میانگین حجم آب ورودی رودخانه ها ۳۰۰ کیلومتر مکعب بود که ولگا ۸۰/۷٪ (۲۴۱/۵ متر مکعب)، کورا ۶/۱٪، اورال ۹/۲٪، ترک ۲/۸٪ و سایر رودخانه ها ۱۳/۳٪ از کل این حجم آبی را بخود اختصاص دادند (Katunin et al., 1986). آب رودخانه ولگا به دو شاخه تقسیم می گردد. شاخه کوچکتر به سمت سواحل شرقی خزر شمالی رفته و با آبهای رودخانه اورال ادغام می شود و چرخه بسته ای را ایجاد می کند و شاخه بزرگتر به سمت سواحل غربی بعد به سمت جنوب رفته سپس ادامه یافت و به سمت شبه جزیره آبشرون و نهایتاً در داخل آبهای شمالی جریان می یابد.

بطور سالانه منابع بیولوژیک دریای خزر (اساساً ذخایر ماهی) حدود ۵ الی ۶ میلیارد دلار آمریکا برآورد گردید (Glukhovtsev, 1997). آلودگی یک تهدید کننده جدی برای تنوع گونه ای در دریای خزر می باشد. منابع آلوده کننده شامل تخلیه فاضلابهای صنعتی، کشاورزی، نفتی و اتفاقات غیر مترقبه و فاضلاب شهری می باشند. مهمترین منبع آلوده کننده از رودخانه ولگا سرچشمه می گیرد. میزان آلودگی تخلیه شده از ولگا قابل مقایسه با آلودگی نفتی و صنعتی باکو و تاسیسات Sumgait و با آلودگی تخلیه شده در کورا می باشد. در ترکمنستان آلودگی اصلی از پالایشگاه نفت ترکمنستان و از میدانهای نفتی Cheleken می باشد. مهمترین سموم تپیک در دریای خزر هیدروکربورهای نفتی، فلزات سنگین، فنل، سورفکتانتها و سموم کلروارگانیک هستند. آلودگی نفتی خطرناکترین این آلودگیها است. اثرات متقابل موجودات زنده آبی با هیدروکربورهای نفتی سبب تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمی و مورفولوژیکی در موجودات زنده می گردد (Aladin and Plotnikov, 2004). دومین گروه سموم متداول فلزات سنگی هستند. خطرناکترین آنها برای موجودات زنده سرب، کادمیوم، روی و مس هستند (Aladin and Plotnikov, 2004).

اولین تحقیقات دامنه دار جهت شناسایی جانوران دریای سیاه، خزر و اورال در اوایل قرن بیستم (۱۹۰۴) انجام شد و ساوینسکی فهرست کلی جانوران این دریاها را ارائه نمود (نقل از پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵).

در مطالعه و تحقیق بر روی دریای خزر، کنی پوویچ سه پروژه مهم علمی را در سالهای ۱۹۰۴، ۱۳-۱۹۱۲ و ۱۵ - ۱۹۱۴ اجرا نمود و تصویری پراکندگی ژرفا، جریانهای آب، درجه حرارت، درجه شوری، میزان اکسیژن میزان انیدریدسولفوریک و همچنین پلانکتون، بنتوز و ماهیها ارائه نمود (نقل از مائی سیو و فیلاتووا، ۱۹۸۵).

در سال ۱۹۳۰ به بعد روند اصلی و کامل مطالعات فیتوپلانکتون دریای خزر توسط کیسلف (۱۹۳۸ و ۱۹۴۰)، اسمیرنوا (۱۹۴۹) و یاشنف (۱۹۳۸ و ۱۹۳۹) شروع و اولین اطلاعات در باره تعداد و بیوماس گونه‌های مختلف بدست آمد (نقل از روشن طبری، ۱۳۷۹). برای اولین بار سنجش کمی فیتوپلانکتون خزر میانی تا قبل از انتقال ریزوسولینا بوسیله اسمیرنوا در سال ۱۹۴۹ انجام شد (قاسم اف، ۱۳۷۲). در ژوئیه سال ۱۹۶۲ متخصصین هیدروبیولوژی آکادمی علوم شوروی نمونه‌های فیتوپلانکتون را در کل دریای خزر از ایستگاههای محدودی جمع‌آوری نمودند. نمونه‌برداری فصلی و همزمان فیتوپلانکتونها در کلیه سطوح دریای خزر برای اولین بار در سالهای ۱۹۶۲ و ۱۹۶۳ انجام شد. همچنین در مورد فیتوپلانکتونهای خزر میانی و جنوبی و بویژه نواحی غربی آن چند اثر از بابایو ۱۹۶۷، ۱۹۶۸ و ۱۹۷۰ انتشار یافته‌است که در آنها اطلاعاتی در مورد ترکیب گونه‌ای و کمی فیتوپلانکتونها همراه با تغییرات فصل آنها ارائه شده است (نقل از شریعتی، ۱۳۷۱).

در دهه ۱۹۳۰ مطالعات کمی میکروبیولوژیک بویژه در خزر شمالی توسط بوتکویچ ۱۹۳۸ آغاز شد. این مطالعات در سالهای ۵۳ - ۱۹۵۱ با همکاری محققین انستیتوی میکروبیولوژی آکادمی علوم شوروی در سطح دریا و تمام اعماق آب (تقریباً از سطح آب تا حداکثر اعماق) انجام شد. طی سالهای ۷۶ - ۱۹۷۴ به رهبری نوژیلووا ضمن سنجش تعداد و بیوماس میکروارگانیسمها در آب دریای خزر به ساختار کیفی میکروفلورها توجه بیشتری شد (سلمانوف، ۱۹۸۷).

اولین مطالعات زئوپلانکتونی در سالهای ۱۹۱۳ تا ۱۹۱۴ توسط چوگونووا (Chougounova) در مناطق کم عمق خزر شمالی انجام شد که در آن ترکیب و اختصاصات گونه‌های زئوپلانکتون ارائه شد (مائی سیو و فیلاتووا، ۱۹۸۵). طی سالهای ۳۵ - ۱۹۳۴ برای اولین بار بررسیها و مطالعات کمی زئوپلانکتون خزر شمالی در اعماق مختلف دریا و در فصل تابستان توسط یا شنوخت (Yashnov) (۱۹۳۹) انجام گرفت. از سال ۱۹۳۸ بررسی و مطالعه مستمر سالانه وضعیت پلانکتونها بطور کاملتر در خزر شمالی و بطور غیر منظم در خزر میانی و جنوبی شروع شد (مائی سیو و فیلاتووا، ۱۹۸۵).

تاکنون مطالعاتی در ارتباط با شناسایی، تنوع و پراکنش فون بنتیک دریای خزر توسط محققین روسی طی سالهای متمادی انجام گرفته که در نهایت نتایج آن توسط مائی سیوا (۱۹۸۵) تحت مجموعه‌ای بنام اطلس بی مهرگان دریای خزر انتشار یافته است. بررسی و مطالعه بنتوز در منطقه شمالی دریای خزر از سال ۱۹۳۵ شروع شد و همه ساله انجام شده است و مطالب مربوط به بنتوز دریای خزر که تا سال ۱۹۶۰ جمع آوری شده بود توسط زنکوویچ (۱۹۶۲) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. و اولین بررسی بر روی موجودات بنتیک آبهای سواحل جنوبی دریای خزر توسط محققین روسی به سرپرستی ولادیمیر سکایا در سال ۱۹۶۸ صورت گرفت که در آن تراکم و زی توده موجودات غالب در این نواحی مشخص گردید (کاتونین، ۱۳۷۵).

همانطوریکه ذکر شد دریای خزر بواسطه عدم ارتباط با اقیانوسها به آلودگی بسیار حساس می باشد و از طرف دیگر عوامل متعددی این اکوسیستم منحصر بفرد جهانی را تهدید می نماید بنابراین برای شناخت عملکرد هر یک از این عوامل و تصمیم گیری در مدیریت و کنترل آنها نیازمند شناخت کامل عوامل زنده و غیر زنده آن می باشد. بدین منظور مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی دریای خزر (سواحل ایران) بطور پراکنده در سال ۱۳۵۷ توسط یک گروه کارشناس از کشور روسیه با همکاری سازمان حفاظت محیط زیست انجام گرفته که بعلت مصادف شدن آن با شرایط و وضعیت کشور در بروز انقلاب اسلامی، ناتمام ماند. بنابراین نخستین تحقیقات دریایی در این زمینه توسط کارشناسان ایرانی در سال ۱۳۵۷ توسط مرحوم دکتر تجلی پور تحت عنوان بررسی جانوران بستر دریای خزر در منطقه بین آستارا تا بندر انزلی صورت گرفت (تجلی پور، ۱۳۸۵). مطالعات دیگری در سال ۱۳۶۹-۱۳۶۸ در ۵ تا ۱۰۰ متر در منطقه بندر انزلی تا سفیدرود توسط مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان انجام گرفت. در سالهای ۱۳۶۹-۱۳۶۸ مطالعات مشابهی در اعماق ۱۰ متر در منطقه بندر انزلی تا سفیدرود توسط مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان انجام گرفت. در سال ۷۴ - ۱۳۷۳ طرح مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر بطور مشترک با کارشناسان مرکز تحقیقات کاسپینرخ روسیه و مراکز تحقیقاتی مازندران و گیلان در اعماق ۱۰ تا ۸۰۰ متر اجرا شده و در سالهای ۷۶-۱۳۷۵ طرح مذکور بدون همکاری کارشناسان روسی انجام گردید (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین مطالعات آلودگی های نفتی و فلزات سنگین نیز در سالهای ۷۶-۱۳۷۵ توسط مراکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران و گیلان انجام شده است (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۷۶). در سالهای ۸۰-۱۳۷۷ مطالعات هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های

زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر انجام گرفت (لالوئی و همکاران، ۱۳۸۳). در این مطالعه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، پلانکتون و موجودات بنتیک و همچنین آلودگی های زیست محیطی (فلزات سنگین، سموم کلره کشاورزی، دترجنت ها و آلاینده های نفتی) در ۱۸ لاین عمود بر ساحل از آستارا تا حسنقلی اندازه گیری گردید. در سال ۸۳-۱۳۸۲ این مطالعه مجدداً انجام شد (هاشمیان و همکاران، ۱۳۸۸) در بررسی پراکنش شانه داران از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۸۵ نیز از جانوران بستر نمونه برداری صورت شد (روحی و همکاران، ۱۳۸۸). در ارزیابی ذخایر ماهیان خاویاری توسط CEP که در سال ۱۳۸۲ توسط انستیتو ماهیان خاویاری و با همکاری این پژوهشکده صورت گرفت ۳۰ تا ۳۵ ایستگاه نمونه برداری کف زیان در چهار فصل از عمق ۵ تا ۱۰۰ صورت گرفت و تا سال ۱۳۸۵ ادامه یافت. یافته های علمی این گزارشات بصورت پراکنده و بطور سالانه گزارش شده و امکان تعقیب روند تغییرات را ممکن نمی سازد.

در بین موجودات آبی، کفزیان هم بدلیل نقش حیاتی که در چرخه مواد مغذی، تجزیه دیتریتها و منبع غذائی گروههای بالاتر تروپی دارند و هم بدلیل حساسیتهای این موجودات در مقابل تغییرات که در محیطهای دریایی رخ می دهد از خود نشان می دهند، دارای اهمیت بسیار زیادی هستند. و شاخص مناسبی برای ارزیابی کیفی اکولوژیکی محیطهای دریایی محسوب می شوند. بنابراین با استفاده از دو شاخص AMBI و M-AMBI (که در دهه اخیر بفراوانی مورد استفاده قرار می گیرد) دریای خزر مورد ارزیابی قرار گرفته است.

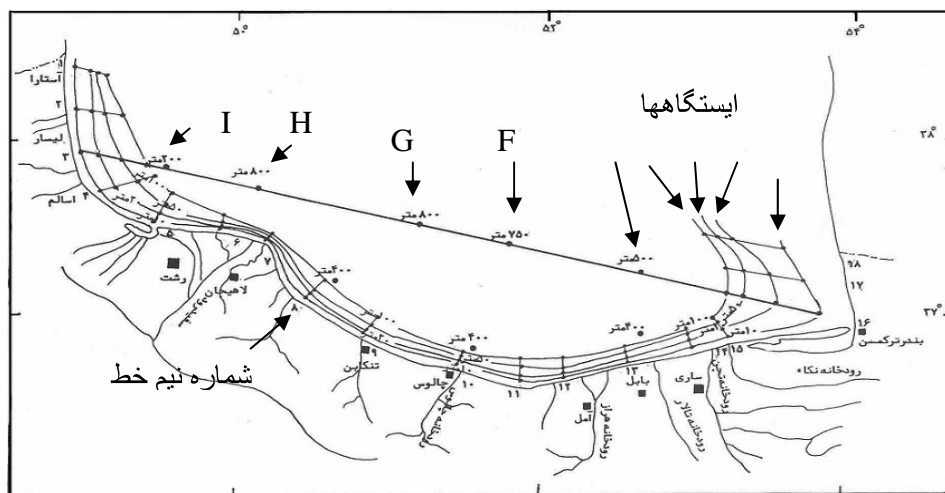
در مطالعاتی که در طی دهه اخیر انجام شده (مانند Kideys *et al.*, 2008; Roohi *et al.*, 2010; Daskalov and Mamedov, 2007; Nasrollahzadeh *et al.*, 2008; Fazli *et al.*, 2007; Fazli *et al.*, 2009a,b; Ganjian *et al.*, 2010) تاکید شده است که یکی از دلایل اصلی تغییر در ساختار اکولوژیک دریای خزر حضور شانه دار مهاجم (*Mnemiopsis leidyi*) در دهه اخیر در دریای خزر می باشد که اثرات نامطلوبی بر روی اکو سیستم دریای خزر داشته است. بنابراین در این مطالعه علاوه بر ارائه همه داده های موجود و بررسی روند تغییرات در دهه اخیر و بررسی روابط بین پارامترهای مختلف زنده و غیر زنده در حوزه جنوبی دریای خزر، مقایسه ای نیز بین دو دوره زمانی قبل و بعد حضورشانه دار در دریای خزر صورت گرفته است. .

۲- مواد و روش ها

در این مطالعه داده هائیکه طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵، در گشتهای تحقیقاتی بوسیله کشتی گیلان و شناورهای کوچکتر در حوضه جنوبی دریای خزر در سواحل ایران جمع آوری شده، مورد تجزیه و تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. معمولاً نمونه برداری در طول سال و یک بار در هر فصل (بهار، تابستان، پاییز و زمستان) صورت پذیرفت.

۲-۱ منطقه مورد بررسی

در این مطالعه حوزه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف از آستارا در جنوب غربی تا حسنقلی در جنوب شرقی دریای خزر مورد بررسی قرار گرفت. منطقه مورد مطالعه در مرز ۳۸ درجه شمالی و ۴۹ تا ۵۴ درجه، غرب و شرق آن مرز می باشد (شکل ۱-۱)



شکل ۲-۱ - محل استقرار ایستگاه ها و نیم خط های عمود بر ساحل

۲-۲ - ایستگاه های نمونه برداری

در سالهای ۱۳۷۳ (زمستان) تا ۱۳۷۹ (بهار) مطالعه در ۱۸ نیم خط عمود بر ساحل و یک خط افقی از لیسار تا بندر ترکمن به شرح جدول ۲-۱ و شکل ۲-۱ انجام شد. لازم بذکر است که در طی سالهای ۱۳۸۰ به بعد تعداد خط عمود به ساحل از ۱۸ به ۶ نیم خط (لیسار، انزلی، سفید رود، نوشهر، بابلسر و گهر باران) تقلیل یافت. ضمناً

در بعضی از سالها (۱۳۸۱ الی ۱۳۸۳) علاوه بر ۶ نیم خط تعدادی ایستگاه نمونه برداری که بین این نیم خط ها وجود داشتند بطور تصادفی نمونه برداری شدند.

بر روی هر نیم خط ۴ ایستگاه نمونه برداری تحت عنوان A, B, C, D بترتیب اعماق ۱۰۰، ۵۰، ۲۰ و ۱۰ متر انتخاب شدند. در خط افقی فرضی که لیسار را به بندرترکمن متصل می نماید نیز ۵ ایستگاه شامل: I, H, G, F, E بترتیب در اعماق ۸۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰، ۲۰۰ متر انتخاب شدند که از سطح تا عمق ۲۰۰ متر نمونه برداری انجام گرفت. نیم خط های مذکور، ایستگاه های نواحی ساحلی (D,C,B,A) از سطح تا عمق ۱۰۰ متر را تشکیل می دهند و خط افقی از لیسار تا بندرترکمن ایستگاه های مناطق عمیق دریا از ۲۰۰ تا ۸۰۰ متر را شامل می شوند (ایستگاه های I,H,G,F,E). بیشتر نیم خط ها در امتداد رودخانه های منتهی به دریا بوده اند. ۱۸ نیم خط به سه منطقه به شرح زیر تقسیم گردید:

الف) غرب: از نیم خط یک تا هفت

ب) مرکز: از نیم خط هشت الی سیزده

ج) شرق: از نیم خط چهارده الی هیجده

در سالهای ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۳ با توجه به موقعیت مکانی ایستگاهها در سه ناحیه غرب، میانی و شرق دسته بندی شدند.

جدول ۱-۲ موقعیت ایستگاه ها و نیم خط های عمود بر ساحل

| نیم خط | محل | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی |
|--------|-----------|-------------------|-------------------|
| ۱ | آستار | ۴۹° ۰۸' - ۴۸° ۵۶' | ۳۸° ۲۳' - ۳۸° ۲۵' |
| ۲ | لمیر | ۴۹° ۲۰' - ۴۸° ۵۸' | ۳۸° ۰۷' - ۳۸° ۱۱' |
| ۳ | لیسار | ۴۹° ۲۷' - ۴۸° ۵۸' | ۳۷° ۵۳' - ۳۷° ۵۸' |
| ۴ | دیناچال | ۴۹° ۲۸' - ۴۹° ۰۴' | ۳۷° ۴۷' - ۳۷° ۴۱' |
| ۵ | انزلی | ۴۹° ۳۲' - ۴۸° ۲۹' | ۳۷° ۳۶' - ۳۷° ۲۹' |
| ۶ | حسن کیاده | ۴۹° ۵۷' - ۴۹° ۵۶' | ۳۷° ۳۲' - ۳۷° ۲۹' |
| ۷ | سفید رود | ۵۰° ۱۶' - ۵۰° ۱۴' | ۳۷° ۲۶' - ۳۷° ۲۴' |
| ۸ | رحیم آباد | ۵۰° ۳۷' - ۵۰° ۳۰' | ۳۷° ۰۸' - ۳۷° ۰۲' |
| ۹ | تنکابن | ۵۰° ۵۹' - ۵۰° ۵۴' | ۳۶° ۵۶' - ۳۶° ۴۹' |
| ۱۰ | نوشهر | ۵۱° ۳۰' - ۵۱° ۲۹' | ۳۶° ۴۵' - ۳۶° ۴۱' |
| ۱۱ | توسکا توک | ۵۱° ۵۵' - ۵۱° ۵۶' | ۳۶° ۴۴' - ۳۶° ۳۵' |
| ۱۲ | خشت سر | ۵۱° ۳۰' - ۵۱° ۲۹' | ۳۶° ۴۴' - ۳۶° ۳۸' |
| ۱۳ | بابلسر | ۵۲° ۴۰' - ۵۲° ۳۹' | ۳۶° ۴۹' - ۳۶° ۴۴' |
| ۱۴ | ساری | ۵۳° ۰۴' - ۵۳° ۰۶' | ۳۶° ۵۶' - ۳۶° ۵۰' |
| ۱۵ | گهر یاران | ۵۳° ۱۳' - ۵۳° ۱۷' | ۳۶° ۰۳' - ۳۶° ۵۲' |
| ۱۶ | ترکمن | ۵۳° ۱۲' - ۵۳° ۵۳' | ۳۶° ۰۹' - ۳۶° ۰۱' |
| ۱۷ | گمیشان | ۵۳° ۰۸' - ۵۳° ۴۴' | ۳۶° ۱۹' - ۳۶° ۱۳' |
| ۱۸ | حسقلی | ۵۳° ۰۱' - ۵۳° ۳۷' | ۳۶° ۳۳' - ۳۶° ۲۴' |

نمونه برداری در هر عمق (ایستگاه) در اعماق مختلف (جدول ۲-۲) سطح، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ متری صورت گرفت.

| جدول ۲-۲ - لایه های نمونه برداری در هر ایستگاه | | | | | |
|--|---|---|----|----|-------------------|
| ایستگاه (عمق متر) | | | | | لایه نمونه برداری |
| A (۱۰) | ۰ | ۵ | ۱۰ | | |
| B (۲۰) | ۰ | ۵ | ۱۰ | ۲۰ | |
| C (۵۰) | ۰ | ۵ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ |
| D (۱۰۰) | ۰ | ۵ | ۱۰ | ۲۰ | ۵۰ ۱۰۰ |

۲-۳- روش نمونه برداری

فیتوپلانکتون. برای جمع آوری نمونه های فیتوپلانکتونی از بطری روتنر استفاده شد (Vollenweider, 1974). در این روش ۵۰۰ سی سی آب از لایه های ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ متر در ظروف شیشه ای جمع آوری و با فرمالین (۴٪) فیکس و به آزمایشگاه منتقل گردید

(Salmanov, 1987; Sorina, 1978). در ایستگاه های A (عمق ۱۰ متر) هر نیم خط سه نمونه (در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ متر)، ایستگاه های B (عمق ۲۰ متر) چهار نمونه (در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ متر)، ایستگاههای C (عمق ۵۰ متر) پنج نمونه (در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ متر) و در ایستگاههای D (عمق ۱۰۰ متر) شش نمونه (در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰) از لایه های فوق گرفته شد. در مجموع ۴۵۵۹ نمونه فیتوپلانکتونی در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ تهیه شد (جدول ۲-۳).

زئوپلانکتون. نمونه برداری زئوپلانکتونی با تور مخروطی (۴۹ چشمه در هر سانتی متر) با قطر دهانه ورودی ۳۶ سانتی متر صورت گرفت. در هر یک از ایستگاههای مربوط به نیم خط ها (اعماق ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ متر) تور به عمق مورد نظر فرستاده شد و از لایه های ۱۰-۲۰، ۲۰-۵۰، ۵۰-۱۰۰ متر به صورت کشش عمودی نمونه برداری انجام گرفت. بنابراین در ایستگاههای عمق ۱۰ متر یک نمونه، ۲۰ متر دو نمونه، ۵۰ متر سه نمونه و ۱۰۰ متر ۴ نمونه از لایه های فوق گرفته شد، بطوریکه در ۱۸ نیم خط عمود بر ساحل در هر فصل ۱۸۰ نمونه گرفته شد. در مناطق عمیق، علاوه بر لایه های فوق لایه های بیش از ۲۰۰ نیز مورد بررسی قرار گرفتند. در مجموع ۱۶۴۱ نمونه زئوپلانکتون در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ تهیه شد (جدول ۲-۴). نمونه ها در ظرف جمع آوری

و یا فرمالین ۴٪ به روش (Wetzel and Liken, 1991) فیکس شده سپس مشخصات نمونه مانند تاریخ، مکان، عمق و طول لایه نمونه برداری روی ظرف نوشته شده، نمونه ها برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند.

جدول ۲-۳ تعداد نمونه فیتوپلانکتون تهیه شده در هر فصل
در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ در سواحل ایرانی دریای خزر

| سال | فصل | | | | کل |
|------|------|---------|-------|--------|------|
| | بهار | تابستان | پائیز | زمستان | |
| ۱۳۷۳ | - | ۳۴۰ | - | - | ۳۴۰ |
| ۱۳۷۴ | ۳۵۸ | - | ۳۹۶ | ۳۹۶ | ۱۱۱۹ |
| ۱۳۷۵ | ۳۸۳ | ۴۰۷ | ۳۷۱ | ۳۶۹ | ۱۵۳۰ |
| ۱۳۷۸ | - | ۱۰۴ | ۱۰۶ | ۱۰۴ | ۳۱۴ |
| ۱۳۷۹ | ۱۰۶ | - | - | - | ۱۰۶ |
| ۱۳۸۰ | - | ۱۴ | ۳۲ | ۴۲ | ۸۸ |
| ۱۳۸۱ | ۴۲ | ۴۲ | - | - | ۸۴ |
| ۱۳۸۲ | ۱۳ | ۴۰ | ۱۱۴ | ۷۵ | ۲۴۲ |
| ۱۳۸۳ | ۱۰۰ | ۸۳ | ۳۳ | ۵۱ | ۲۶۷ |
| ۱۳۸۴ | ۶۷ | ۶۸ | ۶۴ | ۶۷ | ۲۶۶ |
| ۱۳۸۵ | ۶۳ | ۶۸ | ۱۴ | ۵۸ | ۲۰۳ |
| کل | ۱۱۳۲ | ۱۱۶۶ | ۱۱۳۰ | ۱۱۳۱ | ۴۵۵۹ |

جدول ۲-۴ تعداد نمونه ژئوپلانکتون تهیه شده در هر فصل در سالهای
۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ در سواحل ایرانی دریای خزر

| سال | فصل | | | | کل |
|------|------|---------|-------|--------|------|
| | بهار | تابستان | پائیز | زمستان | |
| ۱۳۷۳ | - | ۱۹۲ | - | - | ۱۹۲ |
| ۱۳۷۴ | ۲۱۷ | - | ۲۱۶ | ۲۲۰ | ۶۵۳ |
| ۱۳۷۵ | ۸۱ | - | - | - | ۸۱ |
| ۱۳۷۸ | - | ۵۰ | ۵۲ | ۵۳ | ۱۵۵ |
| ۱۳۸۰ | - | ۲۴ | ۲۸ | ۳۲ | ۸۴ |
| ۱۳۸۱ | ۲۱ | ۱۳ | - | - | ۳۴ |
| ۱۳۸۲ | ۱۳ | ۱۳ | ۴۹ | ۳۵ | ۱۱۰ |
| ۱۳۸۳ | ۵۴ | ۳۹ | ۲۵ | ۳۸ | ۱۵۶ |
| ۱۳۸۴ | ۲۸ | ۲۹ | ۳۴ | ۳۲ | ۱۲۳ |
| ۱۳۸۵ | ۱۵ | ۳۸ | - | - | ۵۳ |
| کل | ۴۲۹ | ۳۹۸ | ۴۰۵ | ۴۱۰ | ۱۶۴۱ |

برای نمونه برداری موجودات کف زی از نمونه بردار چنگه ای (Grab) با سطح پوشش ۰/۱ مترمربع استفاده گردید. جهت شستشوی نمونه ها و جدا سازی ماکروبتوزها از بین رسوبات از الک با قطر چشمه ۰/۵ میلی متر

تعبیه شده بر روی میز به ارتفاع یک متر، که بر روی عرشه شناور تحقیقاتی تعبیه شده بود، استفاده گردید. نمونه ها با آب دریا شستشو داده شد و محتویات روی الک در ظروف پلاستیکی یک لیتری جمع آوری و با فرمالین ۱۰٪ تثبیت و در نهایت به آزمایشگاه انتقال داده شدند. از موجودات کفزی در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ تعداد ۹۵۹ نمونه تهیه شد (جدول ۵-۲).

جدول ۵-۲ تعداد نمونه بنتیک تهیه شده در هر فصل در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ در سواحل ایرانی دریای خزر

| سال | فصل | | | | کل |
|------|------|---------|-------|--------|-----|
| | بهار | تابستان | پائیز | زمستان | |
| ۱۳۷۳ | - | ۶۶ | - | - | ۶۶ |
| ۱۳۷۴ | ۷۹ | - | ۷۳ | ۷۰ | ۲۲۲ |
| ۱۳۷۵ | ۷۳ | ۷۱ | ۷۳ | ۷۱ | ۲۸۸ |
| ۱۳۸۱ | - | ۳۷ | - | - | ۳۷ |
| ۱۳۸۲ | ۴۲ | ۸ | ۵۰ | ۲۱ | ۱۲۱ |
| ۱۳۸۳ | ۳۰ | ۲۷ | ۲۱ | ۱۲ | ۹۰ |
| ۱۳۸۴ | ۳۰ | - | ۱۹ | ۲۰ | ۶۹ |
| ۱۳۸۵ | ۳۰ | ۲۰ | - | ۱۶ | ۶۶ |
| کل | ۲۸۴ | ۲۲۹ | ۲۳۶ | ۲۱۰ | ۹۵۹ |

پارامترهای فیزیکی و شیمیائی شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول، pH شوری و غلظت مواد مغذی (Biogen) شامل ازت، فسفر و سیلیس در هر نیم خط با نمونه برداری از آب در لایه های مختلف ۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ در چهار فصل از سال مورد اندازه گیری قرار گرفت. در مجموع ۴۹۹۷ نمونه فیزیکی و شیمیائی در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ تهیه شد (جدول ۶-۲). کلیه نمونه ها در ظروف یک لیتری با استفاده از نمونه بردار هیدروبیوز (Hydrobios) جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل گردید.

جدول ۶-۲ تعداد نمونه فیزیکی و شیمیایی تهیه شده در هر فصل در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ در سواحل ایرانی دریای خزر

| سال | فصل | | | | کل |
|------|------|---------|-------|--------|------|
| | بهار | تابستان | پائیز | زمستان | |
| ۱۳۷۳ | - | ۳۱۱ | - | - | ۳۱۱ |
| ۱۳۷۴ | ۳۷۶ | - | ۳۹۴ | ۳۹۹ | ۱۱۶۹ |
| ۱۳۷۵ | ۴۰۴ | ۴۱۲ | ۴۰۰ | ۳۹۲ | ۱۶۰۸ |
| ۱۳۷۸ | ۱۲ | ۱۳۸ | ۱۲۰ | ۱۲۰ | ۴۸۰ |
| ۱۳۷۹ | ۱۲۰ | - | - | - | ۱۲۰ |
| ۱۳۸۰ | - | ۷۱ | ۷۳ | ۱۰۲ | ۲۴۶ |
| ۱۳۸۱ | ۸۹ | ۱۱۲ | ۶۵ | - | ۲۶۶ |
| ۱۳۸۲ | - | - | ۵۵ | ۵۷ | ۱۱۲ |
| ۱۳۸۳ | ۳۸ | ۸۸ | ۱۲ | ۵۰ | ۱۸۸ |
| ۱۳۸۴ | - | ۱۰۰ | ۷۰ | ۱۰۰ | ۲۷۰ |
| ۱۳۸۵ | ۷۰ | ۸۳ | ۱۶ | ۵۸ | ۲۲۷ |
| کل | ۱۱۹۹ | ۱۳۱۵ | ۱۲۰۵ | ۱۲۷۸ | ۴۹۹۷ |

۴-۲- روش بررسی نمونه ها

فیتوپلانکتون. نمونه های فیتوپلانکتونی در آزمایشگاه مطابق روش کیسلف و اوساچر برگرفته شده از سلمانوف (۱۹۸۷) مورد مطالعات کمی و کیفی قرار گرفتند. در این روش نمونه ها بمدت ۱۰ روز در تاریکی نگهداری گردید تا کاملاً فیتوپلانکتون رسوب داده شوند و سپس با سیفون های مخصوص آب لایه فوقانی که فاقد هرگونه فیتوپلانکتون می باشد، تخلیه گردند. باقی مانده نمونه در چند مرحله بمدت ۵ دقیقه، سانتریفوژ (مدل Labofuge 200 با ۳۰۰ دور در دقیقه) گردید تا حجم نهائی به ۳۰-۲۵ ml برسد. نمونه ها در دو مرحله کیفی و یک مرحله کمی با لام های خط کشی شده و لامل ۲۴×۲۴ میلی متر بوسیله میکروسکوپ با بزرگنمایی های X10, X20, X40 مشاهده و بررسی شد.

الف- بررسی کیفی. نمونه آب دریا را پس از سانتریفوژ همگن کرده و چند قطره آنرا با اتوزین رنگ آمیزی و با استفاده از کلید شناسائی (Habit and Pankov, 1976 ; Desikachary, 1958) شناسائی شد. در این مرحله تعداد دقیق مهم نیست بلکه حدود تعداد نمونه فیتوپلانکتون مهم است تا در صورت زیاد بودن نمونه های فیتوپلانکتونی برای مرحله کمی آنرا رقیق و یا غلیظ کرد.

ب) بررسی کمی. پس از تعیین رقت یا غلظت در مرحله کیفی نمونه را به مدت ۲۴ ساعت رسوب داده و سپس با استفاده از پیپ پیستون ۰/۱ میلی لیتر نمونه آب دریا را برداشته و با استفاده از ائوزین رنگ آمیزی و با استفاده از میکروسکوپ شناسائی و تعداد هر گونه شمارش شد. واحد محاسباتی میلی گرم در متر مکعب می باشد. با شمارش تعداد فیتوپلانکتون و ضرب آنها در ضریب حجمی (نسبت به حجم آب بررسی شده) حجم تقریبی هر فیتوپلانکتون بر اساس اندازه گیری ابعاد و محاسبه فرمول های هندسی با توجه به شکل موجود، محاسبه شد (مالوزوا و ادیانسیستکا، ۱۹۵۴ برگرفته شده از سلیمانوف ۱۹۸۷). محاسبه توده زنده با استفاده از اشکال هندسی و فرمول های حجمی صورت پذیرفت.

زئوپلانکتون. پس از انتقال نمونه های زئوپلانکتون ابتدا برای تغلیظ نمونه از تور با چشمه کوچک تر از تور نمونه برداری استفاده شد و سپس در زیر لوپ، نمونه هایی مانند تخم و لارو ماهی، سخت پوستان عالی و مدوزها را از نمونه اصلی خارج کرده و بطور جداگانه شمارش و توزین شدند (Newel, 1977). برای شمارش نمونه ها توسط پی پت sample روی ظرف شمارش Bogavrov قرار گرفته و نمونه هایی که در سطح محفظه پراکنده شده اند شمارش شدند (Newel, 1977) وزن موجودات بوسیله اندازه گیری طول و با استفاده از شکل های هندسی آنها محاسبه گردید (Lawrence et al., 1987).

در بررسی کوبه پودا، جنس *Eurytemora* دارای دو گونه *Eurytemora grimmii* دارای جثه بزرگتر و *Eurytemora minor* دارای جثه کوچکتری است. این گونه ها بومی دریای خزر بوده که از نظر مرفولوژی بسیار بهم نزدیک می باشند و فرق آنها تنها در وضعیت سنی و رشد عضو اول پای خارجی *Exopodit* (جفت پای پنجم جنس ماده) است. لذا به هنگام آنالیز داده ها با هم مورد بررسی قرار گرفته اند. *E. minor* فرم اصلی پلانکتون خزر جنوبی می باشد و گونه دیگر بندرت در اعماق زیاد آب مشاهده شد.

کفزیان. در آزمایشگاه نمونه های ماکروبتوزها از رسوبات جداسازی و شناسایی و شمارش شده در نهایت آب سطح خارجی بدن گروه های ماکروبتوز با استفاده از کاغذ خشک کن حذف شده و وزن تر آنها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ تعیین گردید. در مورد دوکفه ایها کفه ها از هم باز شده و بر روی کاغذ خشک کن کاملاً خشک سپس وزن شده اند (با پوسته صدف). اکثر نمونه های ماکروبتوز در حد گونه و برخی در حد جنس و خانواده و یا رده شناسایی و مورد بررسی قرار گرفته اند.

آنالیز دانه بندی رسوبات (grain size) و اندازه گیری کل مواد آلی (Total Organic Matter = T.M.O) بر اساس دستورالعمل روش مطالعه بتوزها (Holme & McIntyre, 1984) فقط در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۶ انجام شد. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی. از پارامترهای هیدرولوژی دمای آب با استفاده از ترمومترهای برگردان آلمانی دارای جلد به همراه ترمومتر معمولی و همچنین از ترمومترهای برگردان ژاپنی اندازه گیری شد (حساسیت دماسنج آلمانی در حد یکصدم و حساسیت دماسنج ژاپنی در حد یکدهم بوده است). اکسیژن محلول به روش وینکلر اندازه گیری شد. نمونه ها در محل فیکس و سپس با تیتراسیون مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

تعیین مقدار pH آب، به کمک pH متر با الکتروود حساس از شرکت TOA ژاپنی استفاده گردید. برای تعیین میزان شوری از شوری سنج روسی مدل GM-65 استفاده شد.

مواد بیوژن (ازت، فسفر و سیلیس) بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر Cecil و Hitachi به عمل مطابق روشهای ذیل اندازه گیری شد (Greenberg et al., 1992; Sapozhnikov et al., 1988):

فسفر معدنی، روش آمونیم مولیدات؛ فسفر کل، روش هضم و آمونیم مولیدات؛ ازت آمونیاکی، روش فنل هیپوکلریت؛ ازت نیترونی، روش N-نفتیل آمین؛ ازت نیتراتی، روش ستون کاهنده؛ ازت کل؛ روش هضم و ستون کاهنده؛ سیلیس؛ روش آمونیم مولیدات.

تجزیه و تحلیل داده ها. اغلب داده هائیکه در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ جمع آوری شده بود تحت برنامه های Foxpro و Excell قرار داشت. برای تجمیع داده ها، همه داده ها تحت برنامه SPSS دسته بندی شد. ابتدا تجزیه و تحلیل مقدماتی برای پالایش داده ها و حذف داده های غلط صورت گرفت. پس از اطمینان از صحت داده ها تجزیه و تحلیل نهائی انجام شد. برای مقایسه میانگینها از آنالیز واریانس و آزمون توکی و آزمون t استفاده شد. برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنف استفاده شد. دادهای وزن توده زنده فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و موجودات بنتیک دارای توزیع نرمال نبودند شکل ظاهری توزیع های فوق نیز موید این موضوع می باشد (شکلهای ۲-۲ الی ۲-۴). ولی لگاریتم این داده ها دارای توزیع نرمال می باشند (شکلهای ۲-۲ الی ۲-۴) بنابراین برای تجزیه و تحلیل داده ها از این داده ها استفاده شد. منابع زیادی برای تجزیه و تحلیل داده های پلانکتونی بدلیل نرمال نبودن توزیع داده ها از لگاریتم داده ها استفاده نمودند (Cebrian et al., 2009; Montecino and Quiroz, 2000; Findlay, et al. 2001; Reyes et al. 2007; Sarnelle, 2005). مولوی، ۱۳۸۶ بیان نموده است برای نرمال بودن در جامعه ای اگر تعداد نمونه کمتر از ۴۰ باشد می توان از آزمونهای کولموگروف-

اسمیرنف و یا شاپیرو-ویلک (Wink et al., 1968) استفاده نمود در مورد نمونه های بزرگتر از ۴۰ این آزمون ها کوچکترین انحراف نمودار ستونی از منحنی نرمال را معنی دار نشان می دهند لذا در نمونه های بزرگتر کافی است نمودار ستونی به طور بصری اختلاف فاحشی با منحنی نرمال نداشته باشد (مولوی، ۱۳۸۶). با توجه به توضیحات فوق فقط لگاریتم داده های فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و بنتوز دارای توزیع نرمال می باشند. برای تعیین ضریب همبستگی (r) بین متغیرهای مختلف از روش پیرسن استفاده گردید. نتایج آزمونها در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از SPSS (۱۱/۵) انجام گرفت. شاخصهای زیستی و ارزیابی کیفی اکولوژیکی. در ده های اخیر بدلیل افزایش اثرات فعالیتهای بشر در اکوسیستمهای دریایی، اهمیت ارزیابی وضعیت کیفی اکولوژیکی بشدت در حال افزایش است. بنابراین شاخصهای مهم زیستی بشرح ذیل برای گروههای فیتو، زئوپلانکتون و کفزیان برآورد شد.

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

غنای گونه ای (Simpson, 1949):

$$R = (S - 1) \ln N$$

یکنواختی (Evenness) (Pielou, 1966):

$$E = H' / \ln S$$

شاخص تنوع زیستی شانون-وینر (Shanon and Wiener, 1949) با استفاده از فرمول: محاسبه شد. که $H' =$ شاخص تنوع شانون-وینر؛ $P_i =$ فراوانی نسبی گونه؛ $R =$ شاخص غنای گونه ای؛ $E =$ شاخص یکنواختی $N =$ فراوانی در نمونه، $S =$ تعداد گونه می باشد. شاخصهای زیستی با استفاده از نرم افزار MVSP محاسبه شد.

شاخصهای بتتیک مورد استفاده برای ارزیابی کیفی اکولوژیکی (Kroncke and Reiss, 2010):

AMBI (AZTI Marine Biotic Index) (Borja et al., 2000) این شاخص بر مبنای طبقه بندی گونه های کفزی در ۵ گروه اکولوژیک که شامل گونه هایی از حساس در مقابل آشفتگی (گروه I) تا گونه های خیلی مقاوم در مقابل استرس (گروه V) تقسیم بندی می شوند (جدول ۷-۲).

AMBI چند متغیره (M-AMBI) که شاخصهای شانون - وینر، غنای گونه ای و AMBI در آنالیز فاکتور چند متغیره ترکیب شده اند (Muxika et al., 2007) (جدول ۷-۲). برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار AMBI (<http://www.azti.es>) استفاده شد.

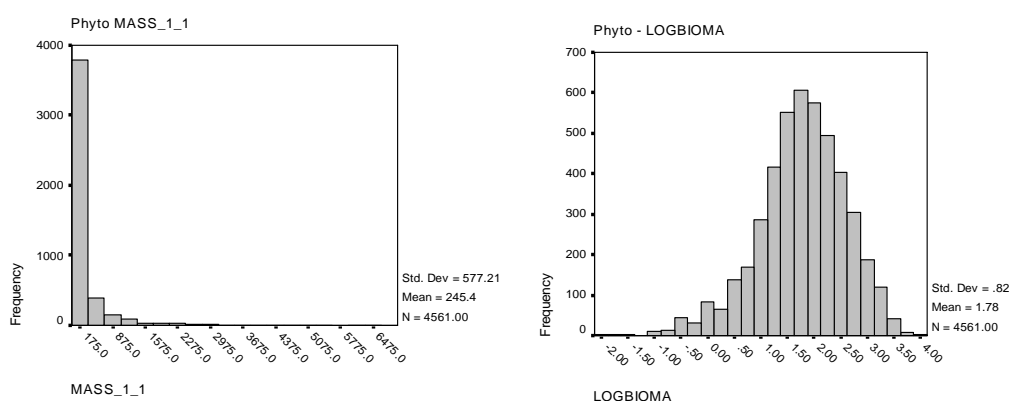
جدول ۷-۲ سطوح مختلف طبقه بندی اکولوژیک شاخصهای زنده و مولتی متریک.
منبع هر یک از طبقه بندیها در پانویس جدول آورده شده است.

| شاخص | طبقه بندی کیفی اکولوژیکی | | | |
|-------------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------|
| | عالی | خوب | متوسط | ضعیف |
| ^۱ AMBI | <1.2 | 1.2-3.3 | 3.3-5.0 | 5.0-6.0 |
| ^۲ M-AMBI | >0.77 | 0.53-0.77 | 0.39-0.53 | 0.20-0.39 |
| شانون-وینر ^۳ | >4.0 | 3.0-4.0 | 2.0-3.0 | 1.0-2.0 |
| بد | | | | >0.6 <0.20 <1 |

۱ – Borja *et al.*, 2000

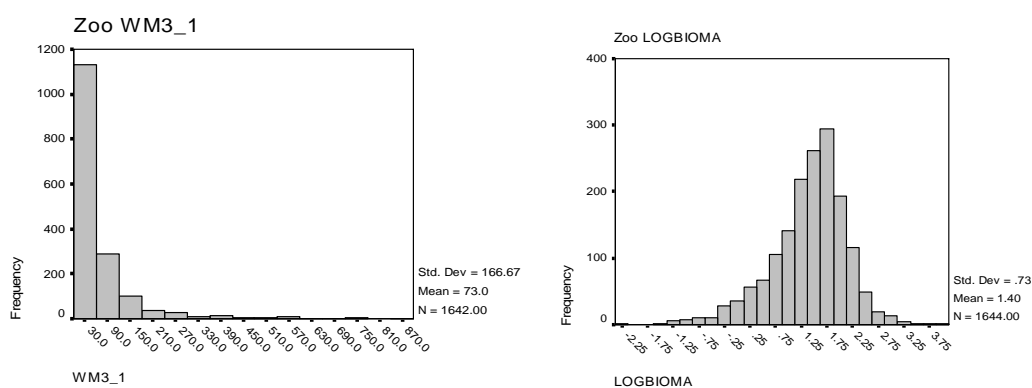
۲ – Muxika *et al.*, 2007

۳ – Labruno *et al.*, 2006



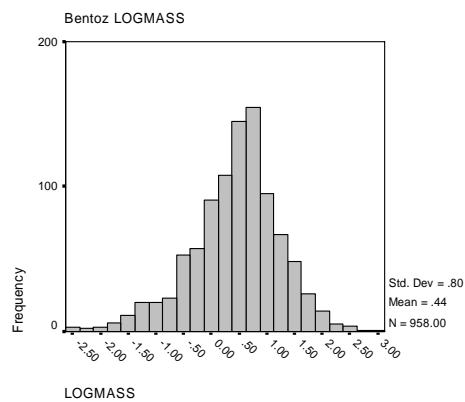
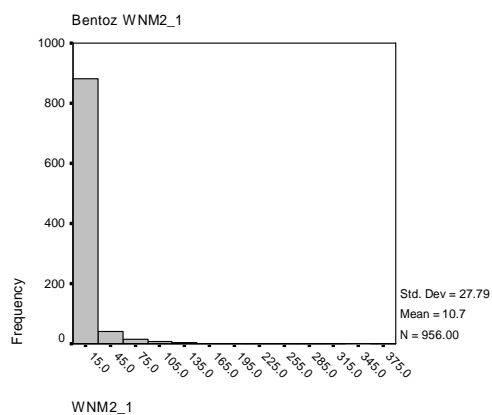
شکل ۲-۲- نمودار هیستوگرام فراوانی وزن توده زنده فیتوپلاتکتون (mg/m^3)، سمت چپ داده های واقعی و

سمت راست شکل لگاریتمی داده ها



شکل ۲-۳- نمودار هیستوگرام فراوانی وزن توده زنده زئوپلانکتون (mg/m^3)، سمت چپ داده های واقعی و سمت

راست شکل لگاریتمی داده ها



شکل ۴-۲- نمودار هیستوگرام فراوانی وزن توده زنده بنتوز (g/m^2)، سمت چپ داده های واقعی و سمت راست

شکل لگاریتمی داده ها

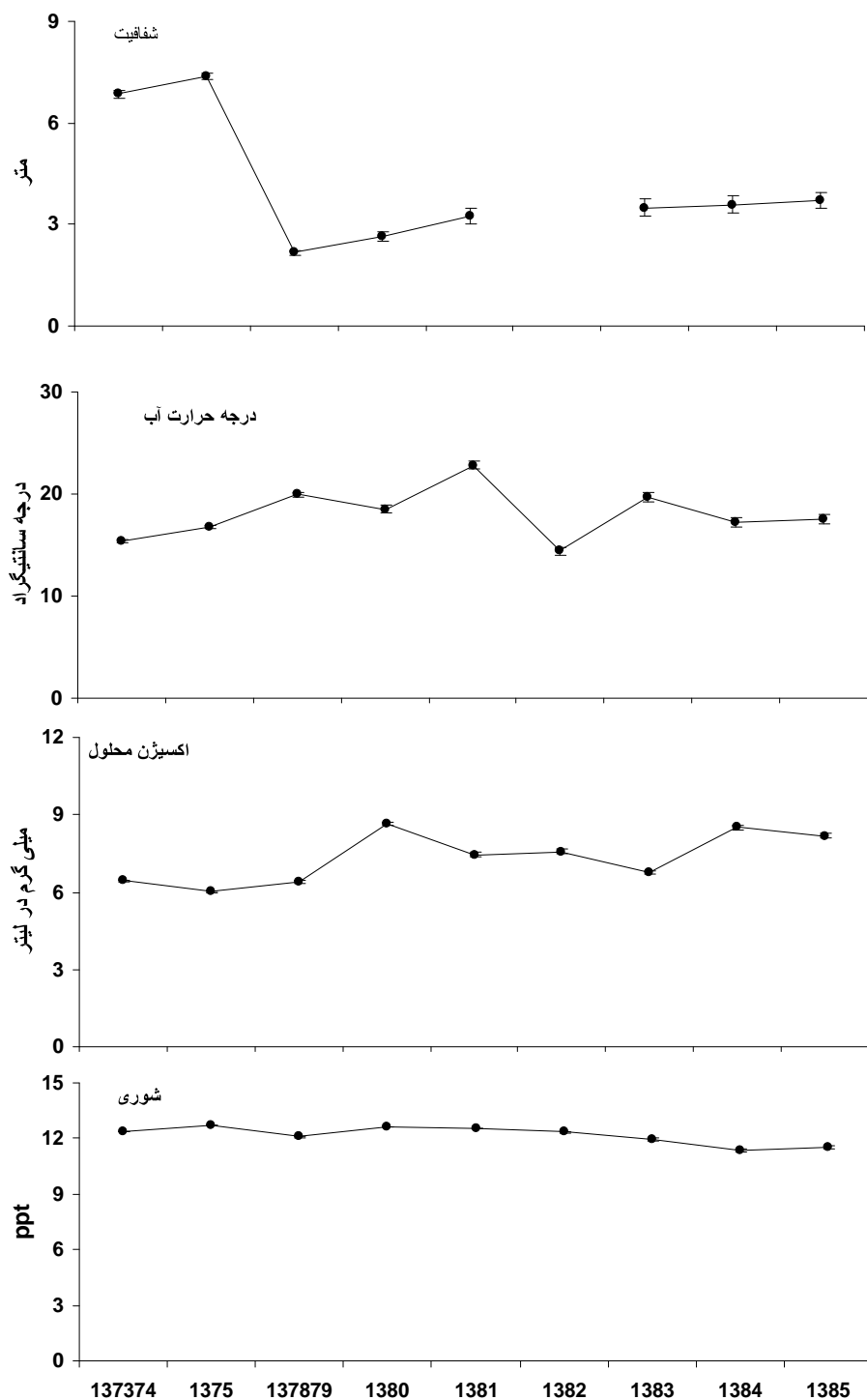
۳ - نتایج

۳-۱ - پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب دریای خزر

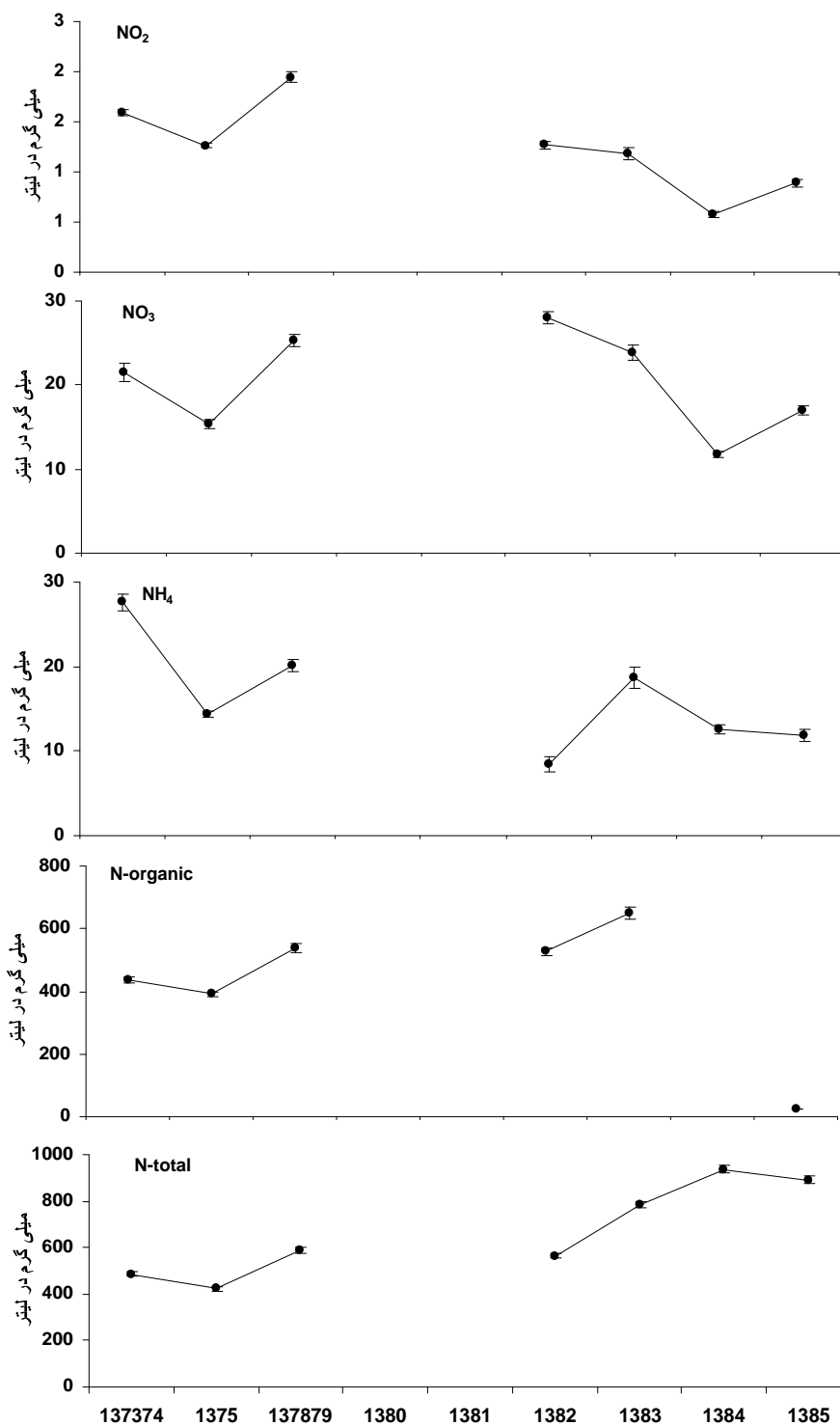
بر اساس نتایج بدست آمده میانگین شفافیت در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ بیش از ۶/۸ متر بود ولی در سال ۷۹-۱۳۷۸ بشدت کاهش یافت و به ۲/۱ متر رسید. در طی سالهای بعد این پارامتر روند افزایشی ملایمی داشت بطوریکه در سال ۱۳۸۵ به ۳/۷ متر افزایش یافت (شکل ۳-۱).

میانگین درجه حرارت آب پس از افزایش در سالهای اولیه از ۱۷/۸ درجه سانتیگراد به ۲۳/۸ درجه سانتیگراد در سال ۱۳۸۱ افزایش یافت ولی در سالهای بعد کاهش یافته و در سال ۱۳۸۵ به ۱۸/۳ درجه سانتیگراد رسید (شکل ۳-۱). میانگین مقدار اکسیژن محلول آب در طی سالهای فوق روند افزایشی داشت بطوریکه از ۶/۴ میلی گرم در لیتر در اولین سال به ۸/۶ میلی گرم در لیتر در آخرین سال رسید. میانگین شوری نیز یک روند کاهشی ملایمی را نشان میدهد. مقدار شوری در سال اول ۱۲/۳۷ ppt بود که در سال آخر به ۱۱/۵۵ ppt در سال آخر کاهش یافت (شکل ۳-۱).

میانگین مقادیر NO_2 ، NO_3 ، NH_4 ، نترات ارگانیک و نترات کل در شکل ۳-۲ و مقادیر سیلیس، فسفر-غیر ارگانیک، فسفر ارگانیک و فسفر کل در شکل ۳-۳ آورده شده است. متأسفانه در طی سالهای ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ پارامترهای فوق اندازه گیری نشد و امکان تعقیب روند تغییرات میسر نمی باشد. ولی میانگین pH که در شکل ۳-۳ آورده شده است در طی سالهای فوق دارای تغییرات کم و بین ۸/۱۵ الی ۸/۳۱ در نوسان بود (شکل ۳-۳). در ضمیمه ۱ جدول ۱ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و خطای معیار پارامترها در سالهای مختلف ارائه شده است

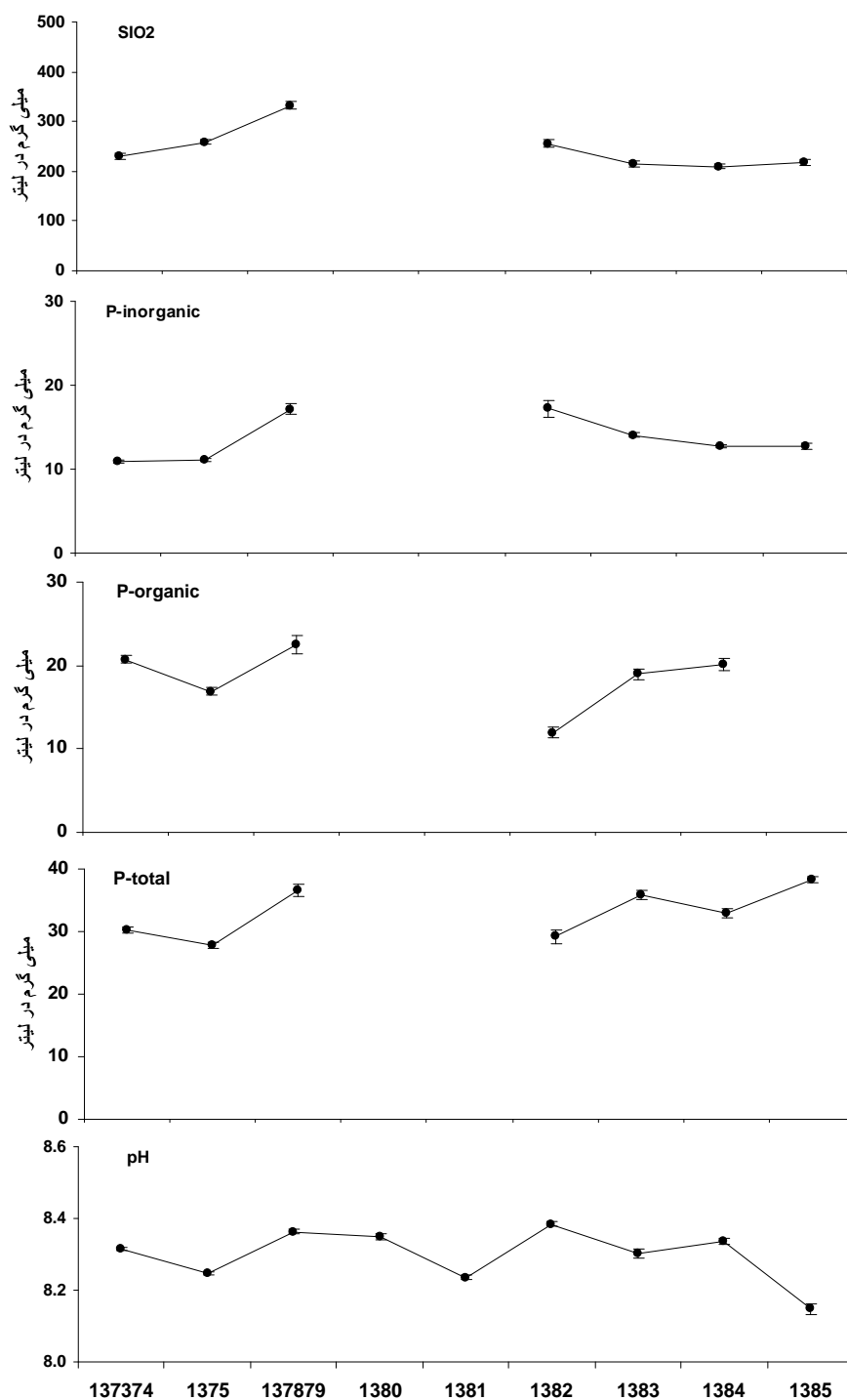


شکل ۱-۳ بترتیب از بالا به پائین میانگین (\pm خطای معیار) شفافیت، درجه حرارت هوا، درجه حرارت آب، اکسیژن محلول و شوری در سالهای مختلف در دریای خزر



شکل ۲-۳ به پائین میانگین (\pm خطای معیار) NO_2 ، NO_3 ، NH_4 ، نیتروژن ارگانیک و نیتروژن کل

در سالهای مختلف در دریای خزر



شکل ۳-۳ به پائین میانگین (\pm خطای معیار) سیلس، فسفر غیر ارگانیک، فسفر ارگانیک، فسفر کل و

pH در سالهای مختلف در دریای خزر

با افزایش عمق از سطح به کف، میانگین مقدار اکسیژن محلول روند کاهشی را نشان می دهد (شکل ۴-۳). مقدار اکسیژن محلول در لایه سطحی ۷/۱۸ میلی گرم در لیتر و در عمق ۸۰۰ متری ۱/۴۵ میلی گرم در لیتر محاسبه شده است. میانگین درجه حرارت در لایه های مختلف مانند اکسیژن روند کاهشی دارد. روند تغییرات پارامتر فوق بدینصورت می باشد که میانگین درجه حرارت در لایه سطحی از ۱۹/۱ درجه سانتیگراد به ۶/۸ درجه سانتیگراد در عمق ۲۰۰ متر کاهش شدید داشته و سپس روند کاهشی آرامی را تا عمق ۸۰۰ متری طی میکند و در این عمق به ۶/۰۳ درجه سانتیگراد می رسد (شکل ۴-۳).

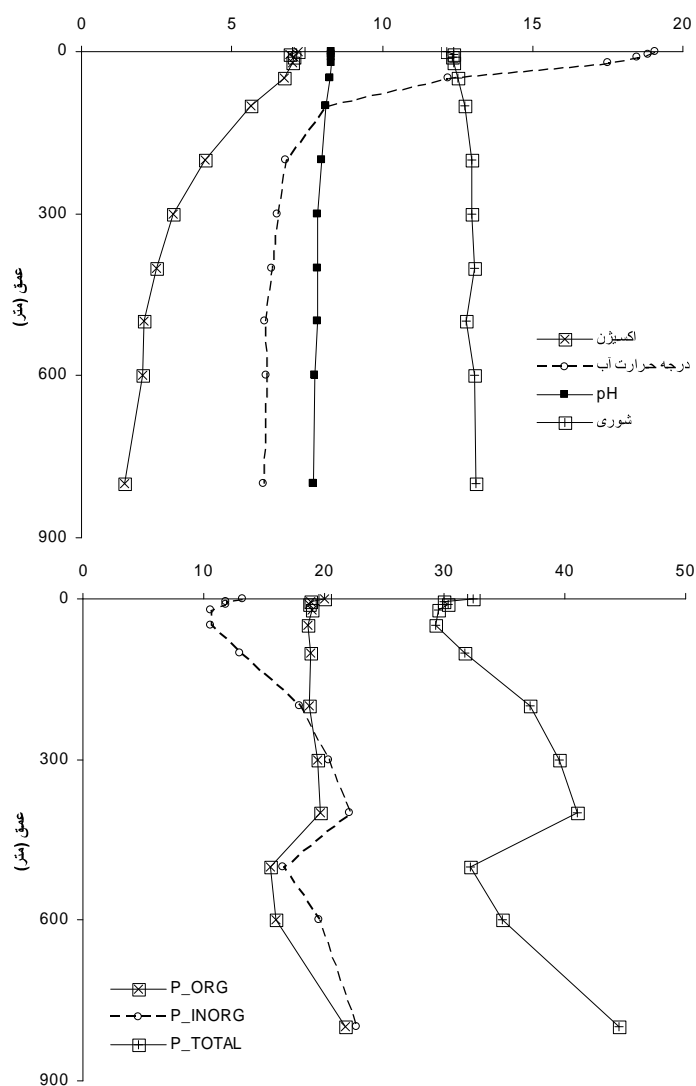
روند تغییرات شوری و pH با تغییر عمق بطئی می باشد. میانگین شوری با افزایش عمق روند افزایشی و pH روند کاهشی دارد. میانگین شوری در لایه سطحی ۱۲/۱۵ ppt و در عمق ۸۰۰ مترس ۱۳/۱۲ ppt محاسبه شده است. برعکس شوری مقدار pH روند کاهشی دارد بطوریکه از ۸/۳ در لایه سطحی به ۷/۷ در عمق ۸۰۰ متری رسیده است.

تغییرات میانگین مقدار فسفر ارگانیک، غیر ارگانیک و کل تقریباً مشابه و بدینصورت می باشد که ابتدا از سطح تا عمق ۵۰ متری کاهش سپس تا عمق ۴۰۰ متر افزایش، از عمق ۴۰۰ تا ۵۰۰ متری کاهش شدید و در نهایت تا عمق ۸۰۰ متری روند افزایشی داشته است (شکل ۴-۳). بر این اساس حداقل و حداکثر میانگین فسفر غیر ارگانیک بترتیب ۱۰/۶۰ و ۲۲/۶۶، فسفر ارگانیک ۱۵/۵۴ و ۲۱/۷۸ و فسفر کل ۲۹/۲۳ و ۴۴/۴۳ میلی گرم در لیتر محاسبه شده است.

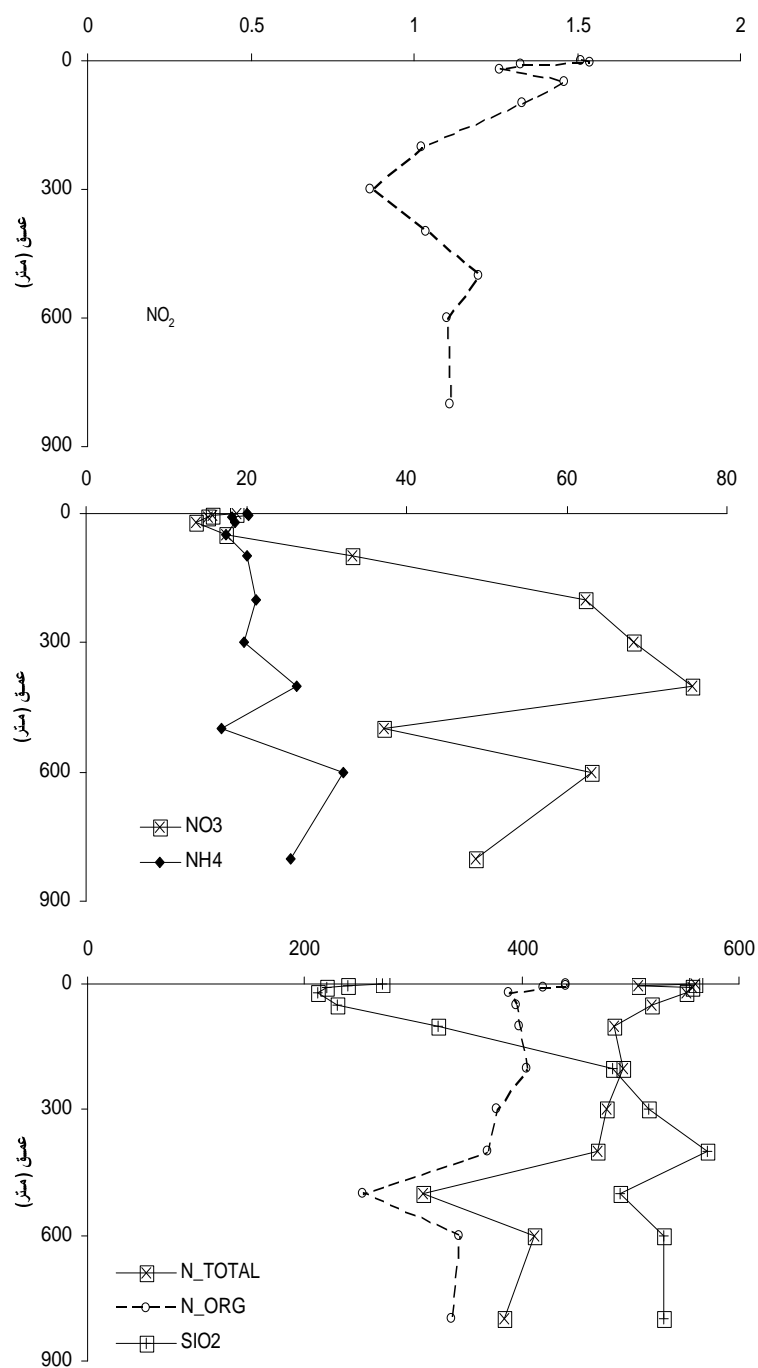
تغییرات NO_2 ، NO_3 و NH_4 فاقد الگوی مشخصی می باشد (شکل ۵-۳). با توجه داده های موجود حداقل و حداکثر میانگین NO_2 بترتیب ۰/۸۶۵ میکرو گرم در لیتر (در عمق ۳۰۰ متری) و ۱/۵۴ میکرو گرم در لیتر (عمق ۵ متری)، NO_3 ۱۳/۶۶ میکرو گرم در لیتر (در عمق ۲۰ متری) و ۷۵/۷۳ میکرو گرم در لیتر (در عمق ۴۰۰ متری) و NH_4 ۱۶/۸۵ میکرو گرم در لیتر (در عمق ۵۰۰ متری) و ۳۲/۰۰ میکرو گرم در لیتر (در عمق ۶۰۰ متری) محاسبه شد (شکل ۵-۳).

میانگین نترات ارگانیک در لایه سطحی ۴۴۰/۴ میکرو گرم در لیتر بوده که با افزایش عمق تا عمق ۵۰۰ متر روند کاهشی داشته و به ۲۵۴/۰ میکرو گرم در لیتر می رسد. در عمق ۶۰۰ مقدار این پارامتر مجدداً افزایش می یابد. تغییرات میانگین نترات کل در لایه های مختلف مشابه نترات ارگانیک می باشد. مقدار آن در لایه سطحی

۵۶۰/۳ میکرو گرم در لیتر به ۳۰۸/۸ میکرو گرم در لیتر در عمق ۵۰۰ متری کاهش و سپس به ۴۱۱/۳ میکرو گرم در لیتر در عمق ۶۰۰ متری افزایش می یابد (شکل ۵-۳).



شکل ۳-۴ میانگین اکسیژن محلول (میلی گرو بر لیتر)، درجه حرارت آب (سانتیگراد)، pH و شوری (ppt) (بالا) فسفر غیر ارگانیک، فسفر ارگانیک و فسفر کل (میکرو گرم بر لیتر) (پائین) در لایه های مختلف در دریای خزر

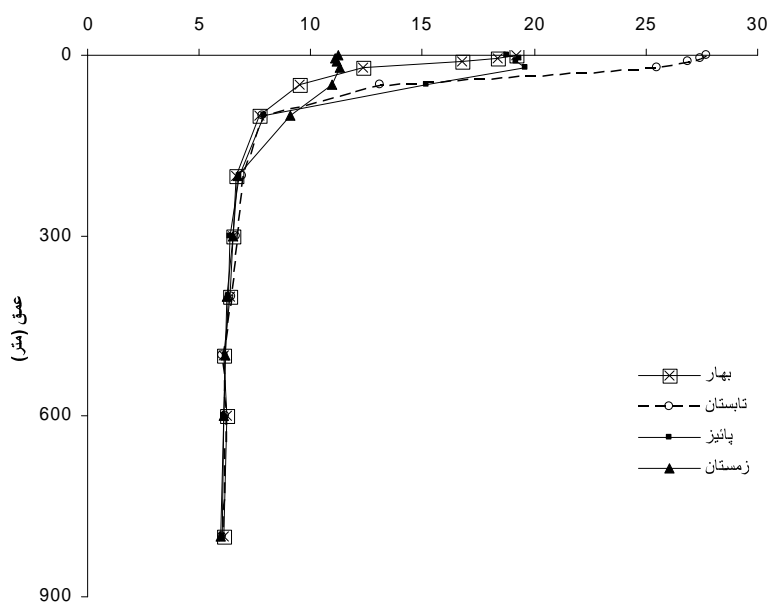


شکل ۳-۵ میانگین NO₂ (بالا)، NO₃ و NH₄ (وسط) و نیتروژن ارگانیکی، نیتروژن کل و سیلیس (پائین) بر حسب

میکروگرم بر لیتر در لایه های مختلف در دریای خزر

میزان سیلیس در لایه سطحی ۲۷۱/۱ میکرو گرم در لیتر بوده که به ۲۱۲/۴ میکرو گرم در لیتر در عمق ۲۰ متری کاهش ولی پس از آن تا عمق ۴۰۰ متری بشدت افزایش یافته و به ۵۷۰/۸ میکرو گرم در لیتر می رسد. پس از این عمق نیز اندکی کاهش می یابد (۵۳۰/۲ میکرو گرم در لیتر) (شکل ۵-۳).

همانطوریکه در شکل ۳-۶ ملاحظه می گردد لایه کاهش شدید درجه حرارت آب در فصول مختلف نشان می دهد که در فصل بهار لایه کاهشی شدید درجه حرارت آب بین اعماق ۱۰ الی ۲۰ متر (درجه حرارت آب بترتیب ۱۶/۸ و ۱۲/۳ درجه سانتیگراد) می باشد. در فصول بعدی لایه فوق بسمت مناطق عمیق تر کشیده می شود بطوریکه در فصل تابستان در اعماق بین ۲۰ الی ۵۰ متر (درجه حرارت آب بترتیب ۲۵/۵ و ۱۳/۱ درجه سانتیگراد)، در فصل پاییز در اعماق بین ۵۰ الی ۱۰۰ متر (درجه حرارت آب بترتیب ۱۵/۲ و ۷/۹ درجه سانتیگراد) دیده شد. در فصل زمستان تغییرات بسیار کند می باشد ولی بیشترین میزان تغییرات در لایه بین ۱۰۰ الی ۲۰۰ متری (درجه حرارت آب بترتیب ۹/۱ و ۶/۷ درجه سانتیگراد) برآورد شد (شکل ۶-۳). تغییرات درجه حرارت در اعماق بیش از ۲۰۰ متر تقریباً ناچیز بوده و در همه فصول سال مشابه هم می باشد.



شکل ۳-۶ میانگین درجه حرارت آب در لایه ها و اعماق مختلف در سواحل ایرانی دریای خزر

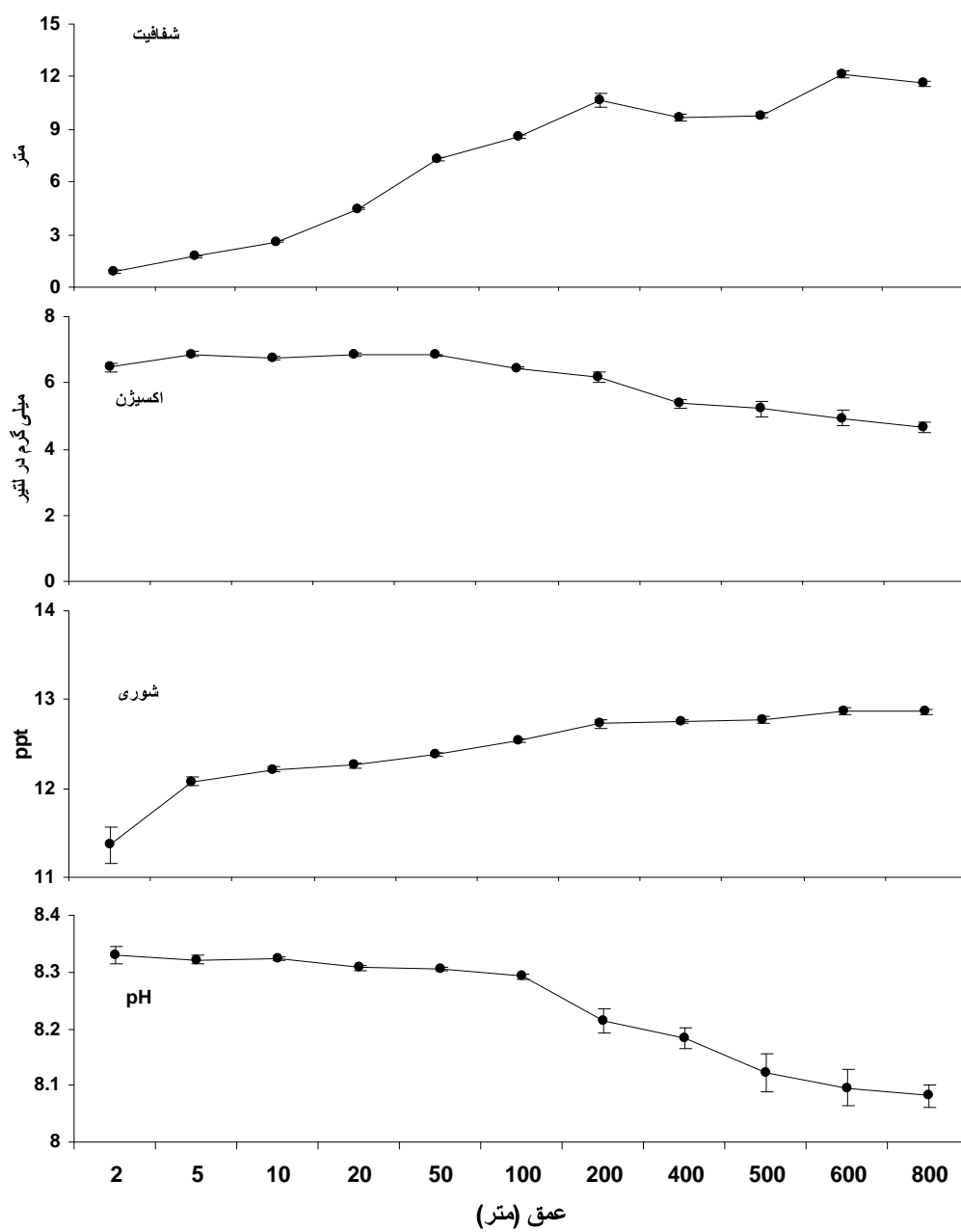
با فاصله گرفتن از ساحل و با حرکت بسمت مناطق عمیقتر میزان شفافیت افزایش قابل ملاحظه ای را نشان می دهد. میانگین شفافیت در منطقه ساحلی ۲ متر فقط ۰/۸۹ متر می باشد ولی مقدار آن در منطقه با عمق ۸۰۰ متر برابر ۱۱/۶۴ متر محاسبه شده است (شکل ۷-۳). میزان شوری نیز روند افزایشی دارد. میانگین شوری در منطقه کم عمق ۲ متر ۱۱/۴۳ ppt می باشد در صورتیکه مقدار آن در ۸۰۰ متر برابر ۱۲/۸۶ ppt بود (شکل ۷-۳). برخلاف شفافیت و شوری، میزان اکسیژن محلول و pH با دور شدن از ساحل روند کاهشی را نشان می دهد. میانگین میزان اکسیژن محلول در منطقه کم عمق ساحلی ۶/۸۰ میلی گرم در لیتر و در منطقه با عمق ۸۰۰ متر ۴/۶۴ میلی گرم در لیتر محاسبه شد. میزان pH نیز در دو منطقه بترتیب ۸/۳۳ و ۸/۰۸ بود (شکل ۷-۳).

حداکثر مقدار NO_2 در منطقه ساحلی با عمق ۲ متر برابر ۲/۱۵۴ میکرو گرم در لیتر و حداقل آن در منطقه با عمق ۶۰۰ متر برابر ۱/۰۲ میکرو گرم در لیتر مشاهده شد (شکل ۸-۳). اگرچه مقدار NO_3 از منطقه ساحلی ۲ متری (برابر ۲۹/۴۹ میکرو گرم در لیتر) به منطقه با عمق ۵۰ متر (۱۱/۸۶ میکرو گرم در لیتر) روند کاهشی دارد ولی بعد با افزایش عمق مقدار آن افزایش یافته و در عمق ۴۰۰ متری به حداکثر مقدار خود یعنی ۵۰/۶۷ میکرو گرم در لیتر می رسد.

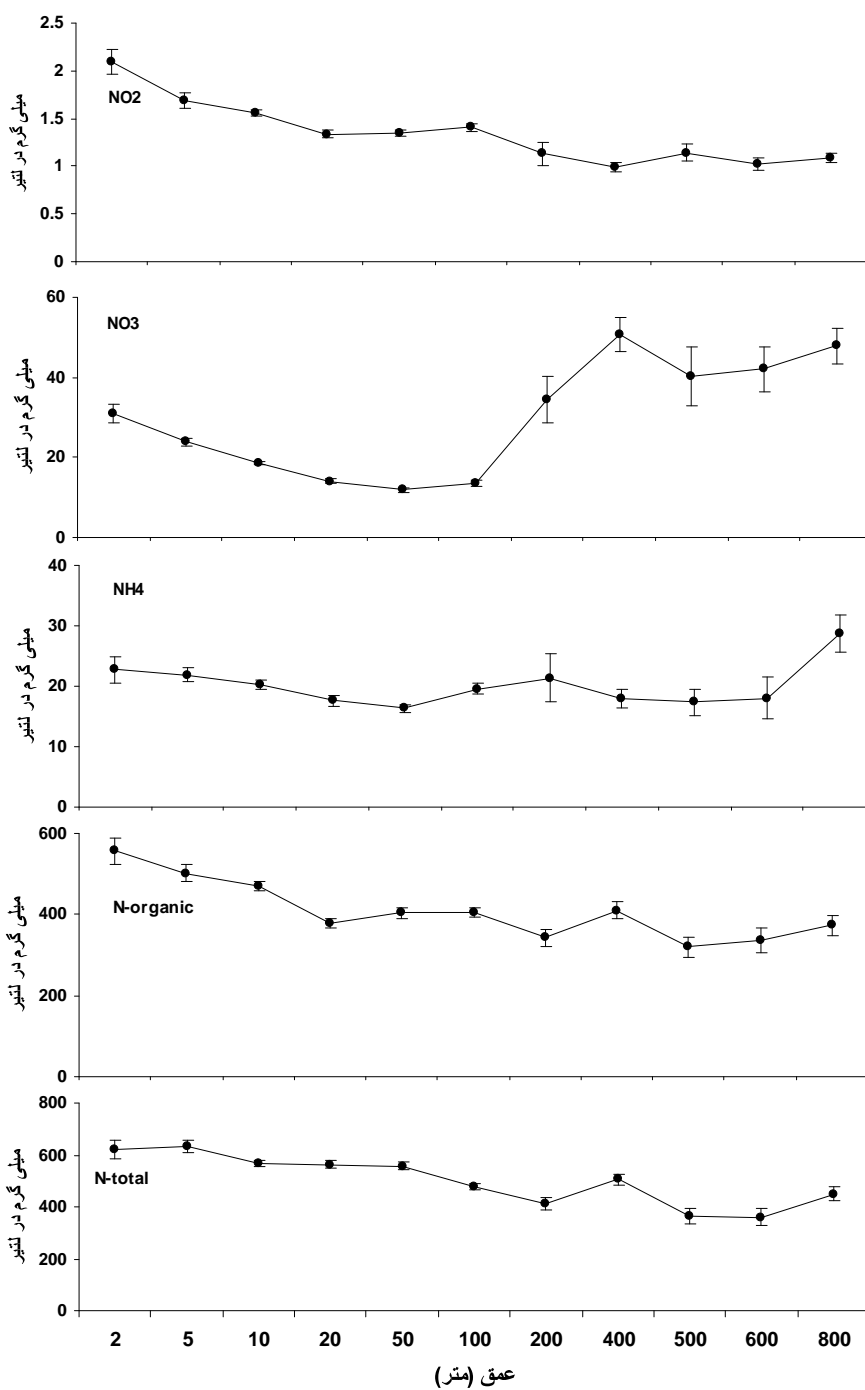
مقدار NH_4 تقریباً نوسانات محدودتری دارد. نتایج نشان می دهد که در منطقه ساحلی مقدار آن برابر ۲۴/۶۸ میکرو گرم در لیتر بوده و با یک روند کاهشی به ۱۶/۳۱ میکرو گرم در لیتر در عمق ۵۰ متر کاهش می یابد. سپس با روند افزایشی داشته و در منطقه با عمق ۸۰۰ متر به حداکثر میزان خود یعنی ۲۸/۷۶ میکرو گرم در لیتر می رسد (شکل ۸-۳).

مقدار نترات ارگانیک در منطقه با عمق ۲ متری دارای حداکثر میزان خود (۵۲۳/۴۵ میکرو گرم در لیتر) می باشد و با دور شدن از ساحل مقدار آن کاهش می یابد بطوریکه حداقل مقدار آن در عمق ۵۰۰ متر برابر ۳۲۰/۷۲ میکرو گرم در لیتر برآورد شد. مقدار نترات کل نیز دارای روندی مشابه می باشد. مقدار آن در منطقه ساحلی با عمق ۵ متر برابر ۶۲۳/۹۵ میکرو گرم در لیتر و در عمق ۶۰۰ متر برابر ۳۶۰/۰۷ میکرو گرم در لیتر می باشد (شکل ۸-۳).

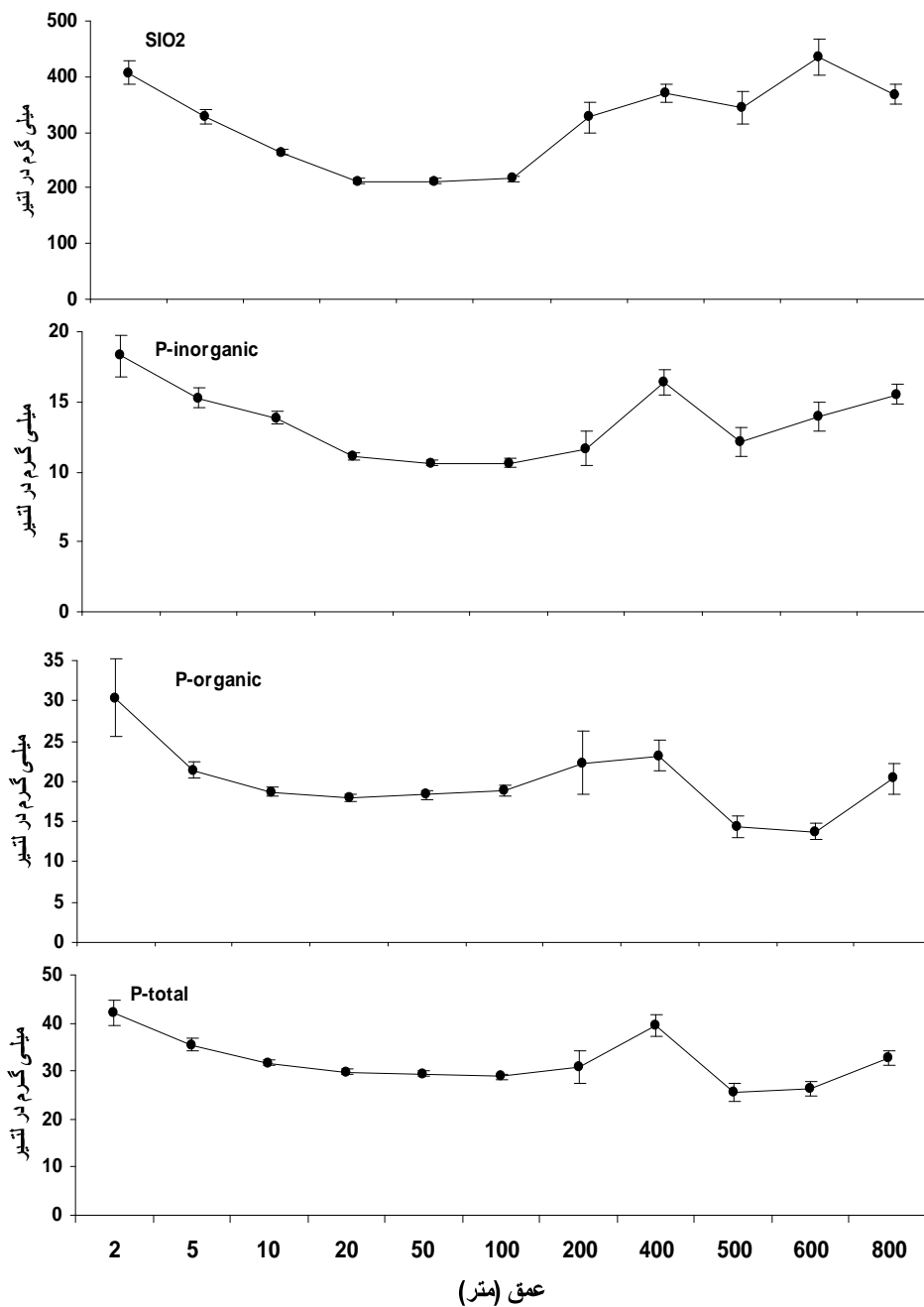
مقدار سیلیس از منطقه ساحلی (عمق ۲ متر) تا منطقه با عمق ۵۰ متر روند کاهشی دارد (بترتیب ۴۰۴/۳۰ و ۲۱۱/۸۳ میکرو گرم در لیتر). ولی بعد از آن با افزایش عمق میزان سیلیس افزایش می یابد بطوریکه در عمق ۶۰۰ متر به حداکثر میزان خود یعنی ۴۳۳/۸۷ میکرو گرم در لیتر می رسد (شکل ۹-۳).



شکل ۳-۷ به پائین میانگین (\pm خطای معیار) شفافیت اکسیژن محلول، شوری و pH در ایستگاه های با اعماق مختلف (با فاصله از ساحل) در دریای خزر



شکل ۳-۸ به ترتیب از بالا به پائین میانگین (\pm خطای معیار) NO_2 ، NO_3 ، NH_4 ، نیتروژن ارگانیک و نیتروژن کل در ایستگاه‌های با اعماق مختلف (با فاصله از ساحل) در دریای خزر



شکل ۹-۳ بترتیب از بالا به پائین میانگین (\pm خطای معیار) سیلس، فسفر غیر ارگانیک، فسفر ارگانیک و فسفر کل در ایستگاه های با اعماق مختلف (با فاصله از ساحل) در دریای خزر

ساختار تغییرات فسفر غیر ارگانیک، فسفر ارگانیک و فسفر کل تقریباً مشابه می باشد. بدینصورت که ابتدا با فاصله گرفتن از ساحلی تا عمق ۱۰۰ متر مقدار آنها روند کاهشی و سپس تا عمق ۴۰۰ متر روند افزایشی و مجدداً تا عمق ۵۰۰ متر کاهش شدید و نهایتاً تا عمق ۸۰۰ روند افزایشی دارند (شکل ۹-۳).

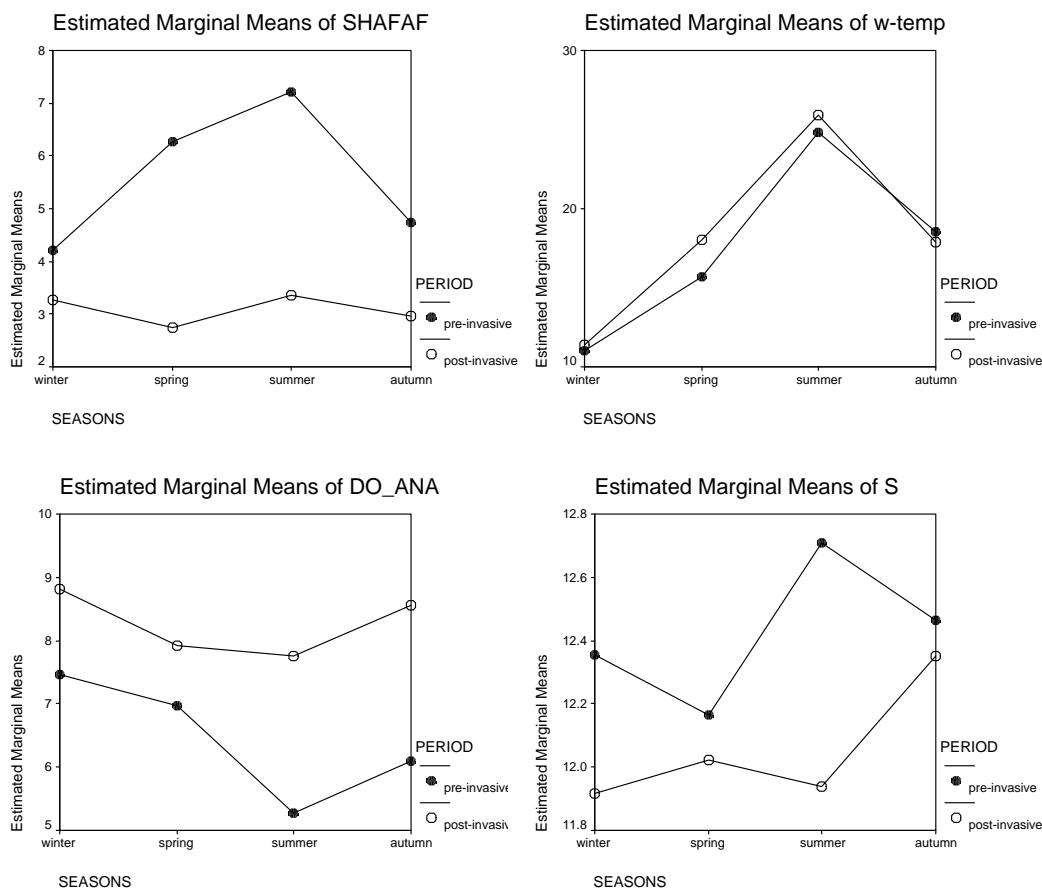
همانطوریکه ذکر شد در طی سالهای ۱۳۷۸ به بعد اغلب نمونه ها تا عمق حداکثر ۱۰۰ متر را شامل می شوند. برای مقایسه و درک بهتر تغییرات متغیرهای فیزیکی و شیمیائی در دو دوره قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر و همچنین تغییرات آنها در فصول مختلف، در اینجا فقط داده های تا عمق ۱۰۰ متر مورد پردازش قرار می گیرد.

براساس نتایج بدست آمده میانگین شفافیت آب در قبل و بعد از حضور شانه دار به ترتیب ۵/۵۲ و ۳/۰۴ متر بود که بین آنها اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) (شکل ۱۰-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۲ و ۳ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

درجه حرارت آب در قبل و بعد از حضور شانه دار به ترتیب ۱۷/۲۸ و ۱۸/۸۱ درجه سانتیگراد برآورد شد و بین آنها اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) (شکل ۱۰-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۴ و ۵ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

اکسیژن محلول آب در قبل و بعد از حضور شانه دار به ترتیب ۶/۴۸ و ۸/۲۵ میلی گرم بر لیتر محاسبه شد و بین آنها اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) (شکل ۱۰-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۶ و ۷ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

شوری آب در دوره دوم نسبت به قبل کاهش داشت میانگین شوری در دوره قبل و بعد از حضور شانه دار به ترتیب ۱۲/۴۲ و ۱۲/۰۳ ppt برآورد شد ($P < 0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) (شکل ۱۰-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۸ و ۹ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

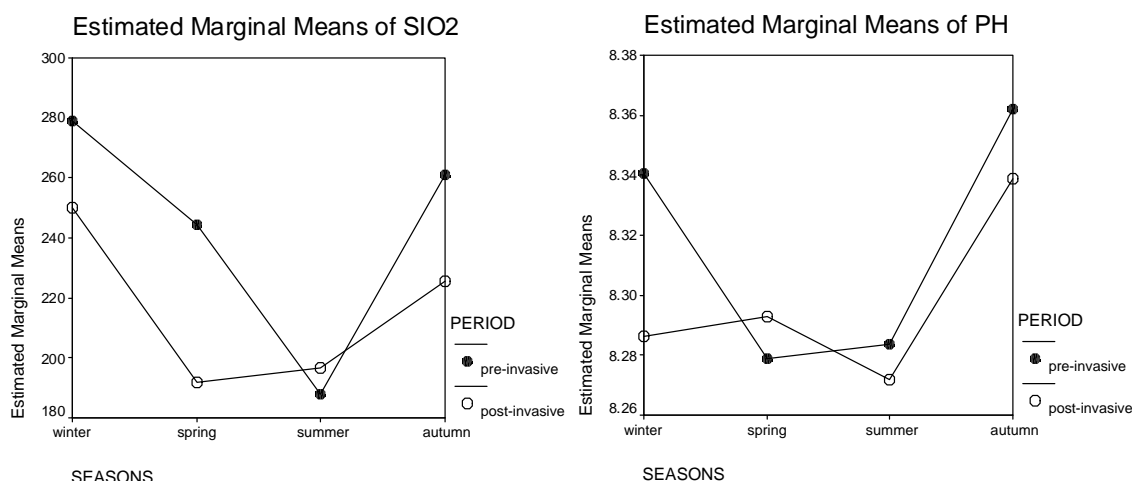


شکل ۱۰-۳- میانگین شفافیت (بالا چپ)، درجه حرارت آب (بالا راست)، اکسیژن محلول (پائین چپ) و شوری (پائین راست) آب در فصول مختلف در دو دوره قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر.

اگرچه میزان میانگین pH آب قبل از حضور شانه دار کمی بیشتر از دوره بعد بود (بترتیب ۸/۳۲ و ۸/۲۹). ولی بین آنها اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) (شکل ۱۱-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۱۰ و ۱۱ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

میزان سیلیس نیز تغییرات مشابه ای را نشان می دهد بطوریکه میانگین آن در قبل و بعد از حضور شانه دار بترتیب ۲۴۶/۷۲ و ۲۱۵/۴۹ میلی گرم در لیتر برآورد شد ($P < 0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) (شکل ۱۱-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۱۲ و ۱۳ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

بر همین اساس میانگین NO_2 در قبل و بعد از حضور شانه دار بترتیب ۱/۵۸ و ۱/۰۲ میلی گرم در لیتر بود که بین آنها اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P<0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P<0.001$) (شکل ۱۲-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۱۴ و ۱۵ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

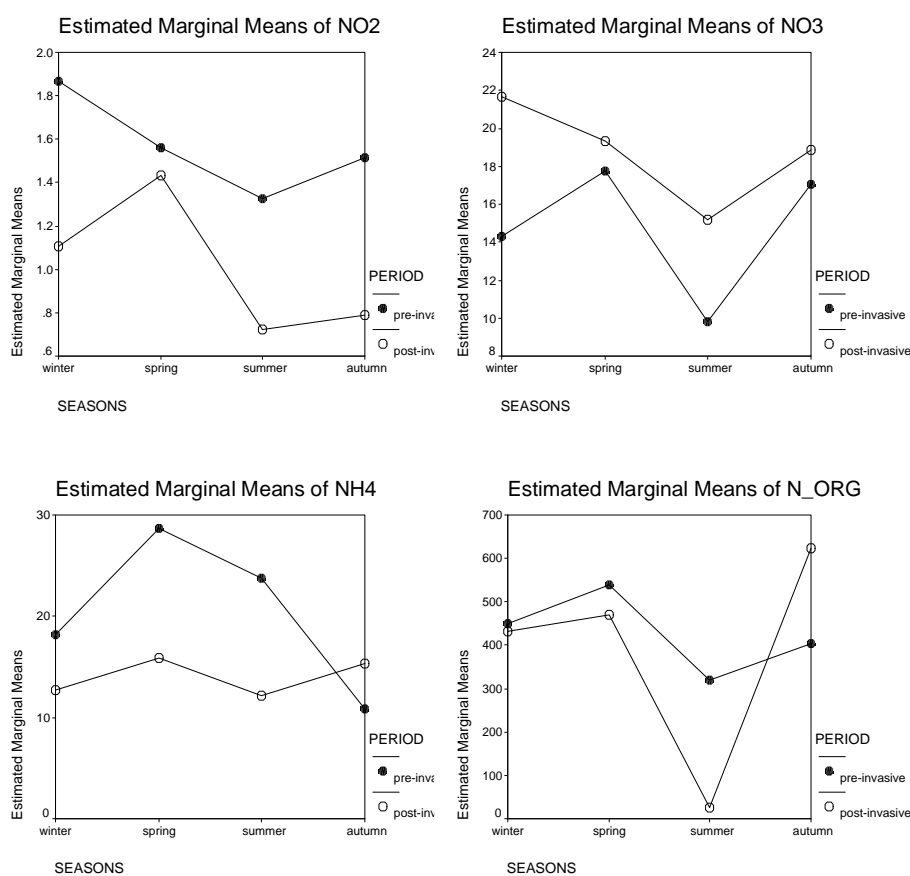


شکل ۱۱-۳- میانگین سیلیس کل (چپ) و pH (راست) آب در فصول مختلف در دو دوره قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر.

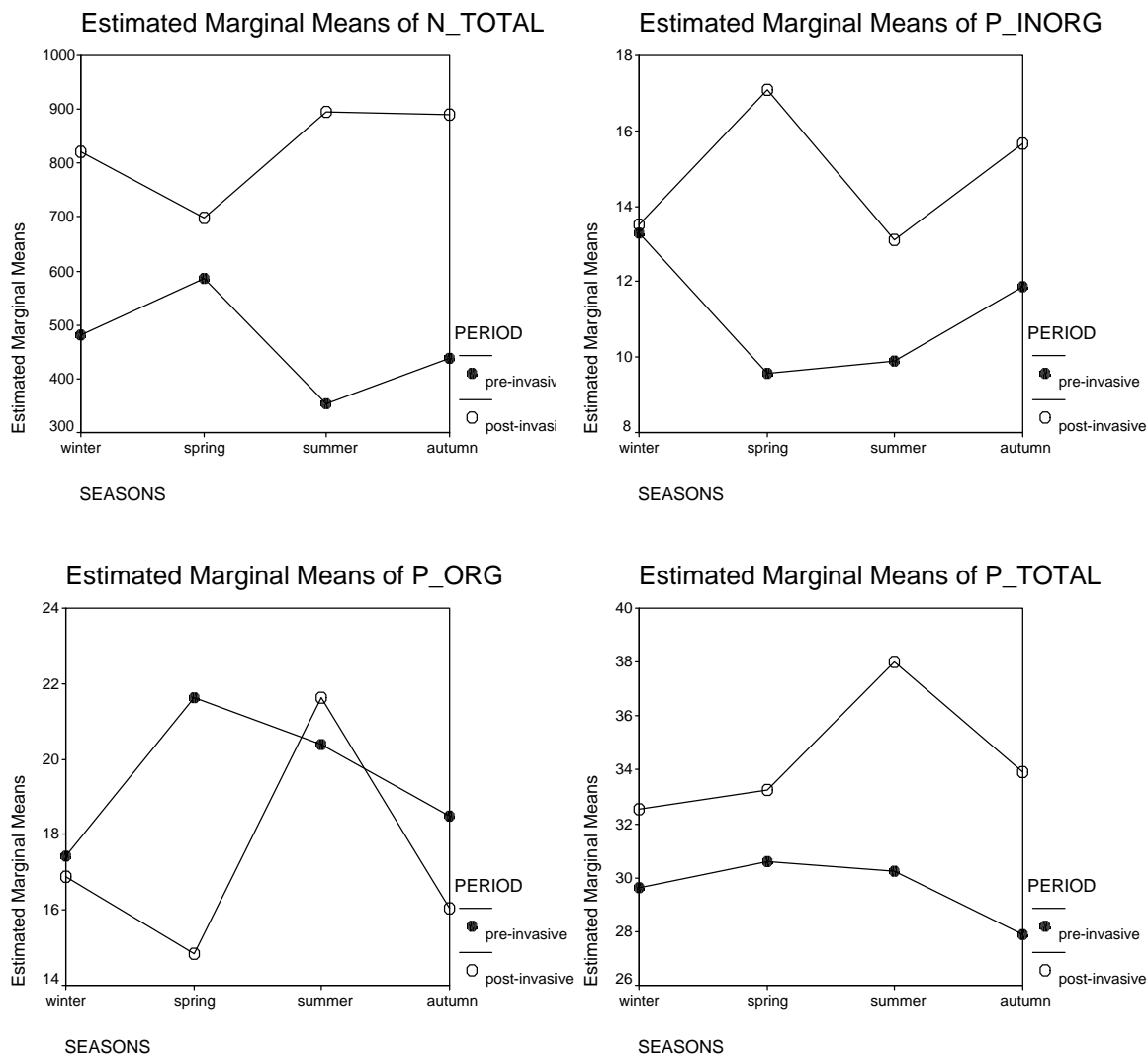
میزان NO_3 افزایش بسیار معنی داری نشان می دهد (بترتیب ۱۴/۸۳ و ۱۸/۶۶ میلی گرم در لیتر؛ $P<0.001$) بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P<0.001$) (شکل ۱۲-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۱۶ و ۱۷ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است). میزان NH_4 ، نیترات ارگانیک و نیترات کل کاهش بسیار معنی داری داشته است. میانگین NH_4 بترتیب ۲۰/۴۲ و ۱۳/۷۶ میلی گرم در لیتر ($P<0.001$)؛ نیترات ارگانیک بترتیب ۴۳۱/۴۹ و ۳۹۷/۰۷ میلی گرم در لیتر ($P<0.001$) (شکل ۱۲-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۱۸ و ۲۱ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است) و نیترات کل بترتیب ۴۶۸/۴۰ و ۳۲۲/۹۸ میلی گرم در لیتر ($P<0.001$) محاسبه شد (شکل ۱۲-۳). البته میانگین NH_4 و نیترات ارگانیک در فصول مختلف اختلاف بسیار معنی دار نشان می دهند (بترتیب $P<0.001$ و $P<0.001$) ولی برای نیترات کل بین میانگین ها در فصول مختلف

اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P>0.157$) (ضمیمه ۱ جداول ۲۲ و ۲۳ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).

میزان فسفر غیر ارگانیک افزایش بسیار معنی دار داشته است (بترتیب ۱۲/۲۸ و ۱۴/۶۴ میلی گرم در لیتر؛ $P<0.001$). ولی میزان فسفر ارگانیک کاهش بسیار معنی داری نشان می دهد (بترتیب ۱۹/۳۸ و ۱۷/۵۷ میلی گرم در لیتر؛ $P<0.006$). برای هر دو متغیر بین فصول مختلف اختلاف معنی داری ملاحظه شد (بترتیب $P<0.001$ و $P<0.001$). میزان فسفر کل در دو دوره مذکور بترتیب ۲۹/۵۷ و ۳۴/۵۸ میلی گرم در لیتر که افزایش بسیار معنی داری را نشان می دهد ($P<0.001$). بین فصول مختلف نیز اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد ($P<0.002$) (شکل ۱۳-۳ و ضمیمه ۱ جداول ۲۴ الی ۲۹ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار و همچنین آنالیز واریانس و نتیجه مقایسه دو بدو میانگینها ارائه شده است).



شکل ۱۲-۳- میانگین NO₂ (بالا چپ)، NO₃ (بالا راست)، NH₄ (پائین چپ) و نیترات ارگانیک (پائین راست) آب در فصول مختلف در دو دوره قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر.



شکل ۳-۱۳ - میانگین نیترات کل (بالا چپ)، فسفات غیر ارگانیک (بالا راست)، فسفات ارگانیک (پائین چپ) و فسفات کل (پائین راست) آب در فصول مختلف در دو دوره قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر.

۳-۲ - فیتوپلانکتون

در مجموع در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ تعداد ۳۳۵ گونه از فیتوپلانکتون مشاهده شده است (جدول ۳-۱) که به هشت شاخه:

Bacillariophyta, Phyrophyta, Cyanophyta, Chlorophyta

Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Cryptophyta

تعلق دارند.

همانطوریکه در جدول ۱-۳ نشان داده شده گونه های ذیل دارای فراوانی نسبتا زیاد و یا در همه سالها یعنی قبل و

بعد از ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر مشاهده شدند:

Anabaena spirodes, Aphanothece elabens, Binuclaria lauterbornii, Cyclotella meneghiniana, Euglena sp, Exuviella cordata, Exuviella marina, Glenodinium behningii, Glenodinium lenticula, Glenodinium penardii, Goniaulax polyedra, Goniaulax spinifera, Gymnodinium variabile, Gyrosigma acuminatum, Gyrosigma attenuatum, Navicula sp, Nitzschia acicularis, Nitzschia sp, Peridinium latum, Prorocentrum obtusum, Prorocentrum praximum, Prorocentrum scutellum, Rhizosolenia calcaravis, Rhizosolenia fragilissima, Skeletonema costatum, Thalassionema nitzschiodes
Trachelomonas sp, Trachelomonas spiculifera

در نمونه های بررسی شده، تعدا د ۷۸ گونه قبل از ورود شانه دار در دریای خزر وجود داشتند ولی بعد حضور

شانه دار در دریای این گونه ها مشاهده نشدند (جدول ۱-۳):

Actinastrum hanteschii, Anabaenopsis elenkinii, Anabaenopsis raciborski, Ankistrudesmus lauterbornii, Aphenizominon flasaquae, Aphenizominon forti, Aphenizominon sp, Aphenozonema issatscheko, Asterionella Formosa, Bacillaria paradoxa, Campylodiscus clypeus, Campylodiscus echeneis, Chroococcus pallidus, Clostrum monnipherum, Coconeis skvortzi, Coscinodiscus eccentricus, Coscinodiscus radiatus, Cymbella parva, Cymbella prostrate, Dictyosphaerium ehrenborgianum, Dictyosphaerium pulchellum, Dinobryon sortolaria, Diplonopsis sp, Epthema sp, Euglena anabaena, Euglena ehren, Euglena gracilis, Euglena mutabilis, Euglena sp, Euglena sp, Euglena sp, Glenodinium sp, Glocapsa minor, Gomphonema sp, Gomphosphaeria aponina, Gymnodinium rhomboids, Melosira sp, Melosira italica, Microsystis minima, Monoraphidium contratum, Navicula anglisa, Navicula fluens, Navicula forcipata, Navicula gibola, Navicula gracilis, Navicula Gregaria, Navicula kotschy, Navicula laterostrata, Navicula meniscus, Navicula pusilla
Navicula spicolafera, Navicula subrhombica, Nitzschia fonticola, Nitzschia holsatica, Nitzschia hungariae, Nitzschia longissima, Nitzschia lorenziana, Nitzschia sp, Nostoc linckia, Ocystis sp, Oscillatoria chalybea, Pediastrum simplex, Pleurosigma salinarum, Pleurosigma sp, Rhicosphenia curvata, Rhicosphenia sp, Rhopalodia gibbata, Rhopalodia sp, Scytonema hofmanni, Spirulina anabena, Spirulina tenuis, Stephanodiscos binderana, Surirella rabasta, Surirella sp, Tabellaria intermedia, Tetraselmis sp, Trachelomonas sp, Trachelomonas sp

ولی گونه های زیادی (۹۶ گونه) بعد از حضور شانه دار در دریای خزر مشاهده گردیدند و اغلب این گونه ها

فقط در یک سال با تراکم خیلی کم مشاهده شدند (جدول ۱-۳):

Anabaena kisselerii, Anabaenopsis nodsonii, Anabaenopsis raciburskii, Ankistrodesmus sp, Aphanocapsa crassa, Aphanotece sp, Aphenizominon ussaczewii, Binuculeria sp, Chaetoceros simplex, Chaetoceros diversicurvatus, Chroococcus sp, Clamidiomonas flusa, Clamidiomonas globosa, Clamidiomonas ovalis, Clamidiomonas sp, Clamidiomonas olifanii, Clostrum sphaericum, Cocconeis scutellum, Cocconeis husteli, Cocconeis gigas, Codotella breviseta, Codotella sp, Coelastrum sp, Compyldiscus sp., Crucigenina lauterborni, Crucigenina quadrata, Crucigenina rectangularis, Crucigenina sp, Cryptomonas marsonii, Cyclotella quadricuncta, Diatoma bombus, Diatoma digitale, Echinospaerella sp, Eudorina sp, Euglena euglena, Euglena proxima, Euglena tuba, Fragilaria capucina, Fragillariar subsalina, Golenkinia sp, Gomphonema bohemicum, Gomphonema olivacum, Gomphonema sp, Goniaulax sp, Gomphonema subsalini, Lyngbia limnetica, Lyngbya birgei, Mallomonas sp, Melosira juergensii, Navicula simplex, Navicula sp, Nitzschia termalis, Nitzschia constricta, Nitzschia seriata, Nitzschia lanceolata, Nitzschia sp, Nitzschia sp, Oedogonium sp, Ocystis nodulosa, Ocystis parva, Oscillatoria bonnemasonii, Oscillatoria tenuis, Pediastrum sp, Peridinium inconspicuum, Peridinium sp, Peridinium subsalum, Peridinium trochoideum, Phormidium tenue, pleurosigma ehrenbergii, Scenedesmus abundans, Scenedesmus abundans, Scenedesmus armatus, Scenedesmus bijuga, Scenedesmus byuganus, Scenedesmus denticula, Scenedesmus obliquus, Scenedesmus sp, Scheroderia setigera, Schroderia sp, Selenastrum sp, Spirulina sp, Spirulina subtilissima, Stephanodiscos hantzschii, Stephanodiscus dubius, Stephanodiscus socialis, Stephonodiscus sp, Surirella ovalis, Thalassiosira sp, Thalassiosira aculeate, Thalassiosira hustedtii, Thalassiosira parva, Trachelomonas planctonia, Tracholemonas similes, Tribonema sp, Tribonema sp, Tribonema volgar

جدول ۱-۳ ترکیب گونه های فیتوپلانکتونی در سالهای مختلف خط عمود وسط جدول قبل (قبل از سال ۱۳۷۹) و بعد از (بعد از سال ۱۳۷۹) ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر را نشان می دهد. ستاره ها بترتیب یک ستاره تراکم کم و سه ستاره تراکم خیلی زیاد را نشان میدهند.

| گونه | ۱۳۷۳-۷۴ | ۱۳۷۵ | ۱۳۷۸-۷۹ | ۱۳۸۰-۸۱ | ۱۳۸۲ | ۱۳۸۳ | ۱۳۸۴ | ۱۳۸۵ |
|----------------------------------|---------|------|---------|---------|------|------|------|------|
| <i>Actinastrum hanteschii</i> | | | * | | | | | |
| <i>Actinocyclus ehrenbergi</i> | *** | *** | ** | | *** | ** | ** | ** |
| <i>Actinocyclus parduxus</i> | *** | *** | ** | | *** | ** | ** | ** |
| <i>Amphora ovalis</i> | | | ** | | | * | | * |
| <i>Amphora sp</i> | ** | | | | ** | ** | ** | |
| <i>Anabaena bergii</i> | | * | | | | | * | * |
| <i>Anabaena</i> | | | | | | | | |
| <i>aphanizomenoides</i> | ** | | | *** | ** | ** | | |
| <i>Anabaena kisselerii</i> | | | | * | | | | |
| <i>Anabaena reniformis</i> | * | | | * | | * | ** | |
| <i>Anabaena sp</i> | | | | | | | * | *** |
| <i>Anabaena spirodes</i> | *** | *** | *** | ** | *** | *** | | ** |
| <i>Anabaena subcylindrica</i> | * | | | * | | | | |
| <i>Anabaenopsis arnoldii</i> | * | | | | | | * | |
| <i>Anabaenopsis</i> | | | | | | | | |
| <i>cunningtonii</i> | * | *** | | * | ** | | | |
| <i>Anabaenopsis elenkinii</i> | * | | | | | | | |
| <i>Anabaenopsis raciborski</i> | * | | * | | | | * | |
| <i>Anabaenopsis sp</i> | * | | * | | | | * | |
| <i>Anabaenopsis nodsonii</i> | | | | * | *** | * | * | |
| <i>Anabaenopsis raciburskii</i> | | | | * | | | * | |
| <i>Ankistrodesmus acicularis</i> | * | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus arcuatus</i> | * | * | | | * | * | * | * |
| <i>Ankistrodesmus</i> | | | | | | | | |
| <i>convolutus</i> | * | | * | * | | * | * | * |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> | | | * | | | | * | * |
| <i>Ankistrodesmus sp</i> | | | | | | | * | * |
| <i>Ankistrodesmus</i> | | | | | | | | |
| <i>lauterbornii</i> | * | | | | | | | |
| <i>Aphanocapsa crassa</i> | | | | | | ** | | |
| <i>Aphanotece sp</i> | | | | | ** | ** | | |
| <i>Aphanotece elabens</i> | *** | *** | *** | ** | *** | *** | ** | ** |
| <i>Aphenizominon elabens</i> | * | | | | | | | |
| <i>Aphenizominon flasaquae</i> | ** | | | | | | | |
| <i>Aphenizominon forti</i> | ** | | | | | | | |
| <i>Aphenizominon sp</i> | ** | | | | * | | | |
| <i>Aphenizominon ussaczevii</i> | | | | * | | | | |
| <i>Aphenozonema</i> | | | | | | | | |
| <i>issatscheko</i> | * | | | | | | | |
| <i>Asterionella formosa</i> | * | | ** | | | | | |
| <i>Bacillaria paradoxa</i> | *** | | ** | | | | | |
| <i>Binucllaria lauterbornii</i> | * | * | * | * | ** | ** | ** | * |
| <i>Binuclleria sp</i> | | | | | * | | | |
| <i>Calanois amphisbaena</i> | * | | | | | | * | |
| <i>Campylodiscus clypeus</i> | ** | | * | | | | | |
| <i>Campylodiscus echeneis</i> | * | | ** | | | | | |
| <i>Chaetoceros simplex</i> | | | | * | ** | | | |
| <i>Chaetoceros</i> | | | | | | | | |
| <i>diversicurvatus</i> | | | | * | * | | | |
| <i>Chaetoceros mirabilis</i> | * | * | * | | * | | | |
| <i>Chaetoceros mulerii</i> | | ** | ** | | * | *** | * | |
| <i>Chaetoceros rigidus</i> | | ** | ** | | * | ** | * | |
| <i>Chaetoceros socialis</i> | * | | | | | | * | * |
| <i>Chaetoceros sp</i> | * | * | | * | *** | *** | * | * |

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------|
| | * | *** | *** | | * | *** | <i>Chaetoceros subtilis</i> |
| * | ** | * | ** | | ** | ** | <i>Chaetoceros wighamii</i> |
| * | ** | *** | ** | | * | * | <i>Chlorella sp</i> |
| | | | | * | | * | <i>Chroococcus pallidus</i> |
| | * | | | | | | <i>Chroococcus sp</i> |
| | *** | | | | | | <i>Clamidiomonas flusa</i> |
| | *** | * | | | | | <i>Clamidiomonas globosa</i> |
| | * | | | | | | <i>Clamidiomonas ovalis</i> |
| | * | | | * | | | <i>Clamidiomonas sp1</i> |
| | * | ** | * | * | | * | <i>Clamidiomonas olifanii</i> |
| | * | * | | ** | * | ** | <i>Clamidiomonas sp</i> |
| | * | | | | | | <i>Clostrum monili</i> |
| | | | | | | | <i>Clostrum sphaericum</i> |
| | * | * | * | * | * | ** | <i>Clostrum monnipherum</i> |
| | * | | | | * | * | <i>Cocconeis placentula</i> |
| | * | | | | | | <i>Cocconeis scutellum</i> |
| | * | ** | | | | | <i>Coconeis husteli</i> |
| | * | ** | | | ** | | <i>Coconeis gigas</i> |
| | | | | | * | | <i>Coconeis skvortzi</i> |
| | | | | * | | | <i>Coconeis sp</i> |
| | | * | * | * | | | <i>Codotella breviseta</i> |
| | | | * | * | | | <i>Codotella sp</i> |
| | | | * | * | | | <i>Coelastrum sp</i> |
| | | | | * | | | <i>Complydiscus sp.</i> |
| | | | | | * | * | <i>Coscinodiscus eccentricus</i> |
| *** | *** | ** | ** | * | * | ** | <i>Coscinodiscus gigas</i> |
| *** | *** | | *** | *** | *** | *** | <i>Coscinodiscus granii</i> |
| *** | | | *** | ** | *** | ** | <i>Coscinodiscus jonesianus</i> |
| *** | *** | *** | ** | ** | *** | *** | <i>Coscinodiscus perforatus</i> |
| | | * | | ** | ** | *** | <i>Coscinodiscus proximus</i> |
| | | * | * | ** | ** | *** | <i>Coscinodiscus radiatus</i> |
| | | * | * | * | ** | ** | <i>Coscinodiscus sp</i> |
| | * | * | * | * | | | <i>Crucigenina lauterborni</i> |
| | | * | * | * | | | <i>Crucigenina quadrata</i> |
| | * | * | | * | | | <i>Crucigenina rectangularis</i> |
| | *** | * | | * | | | <i>Crucigenina sp</i> |
| ** | * | | | | ** | ** | <i>Cryptomonas marsonii</i> |
| *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | <i>Cyclotella caspica</i> |
| | | | * | *** | | | <i>Cyclotella kuetzingiana</i> |
| | * | * | | * | * | * | <i>Cyclotella menenghiniana</i> |
| | | | | * | * | * | <i>Cyclotella quadricuncta</i> |
| | * | * | | * | * | * | <i>Cymatopleura solea</i> |
| | | | | * | * | * | <i>Cymbella cymbelliformis</i> |
| | | | | * | * | * | <i>Cymbella eistula</i> |
| | | | | * | * | * | <i>Cymbella laceolata</i> |
| | | | | | * | * | <i>Cymbella parva</i> |
| | | | | | * | * | <i>Cymbella prostrata</i> |
| * | ** | * | * | * | * | * | <i>Cymbella sp</i> |
| | | * | * | * | * | * | <i>Cymbella tumidae</i> |
| | | | * | * | * | * | <i>Cymbella ventericosa</i> |
| | | * | | * | * | * | <i>Diatoma bombus</i> |
| * | * | ** | ** | * | ** | ** | <i>Diatoma digitale</i> |
| | * | | | * | * | * | <i>Diatoma ochki sp</i> |
| | | | | * | * | * | <i>Diatoma volgare</i> |
| | | | | | | * | <i>Dictyosphaerium</i> |
| | | | | | | * | <i>ehrenborgianum</i> |
| | | | * | | | * | <i>Dictyosphaerium</i> |
| | | | | | | * | <i>pulchellum</i> |
| | | | | | | * | <i>Dinobryon bavaricum</i> |
| | * | | | * | * | * | <i>Dinobryon sortolaria</i> |
| | * | | | * | | | <i>Dinobryon sp.</i> |

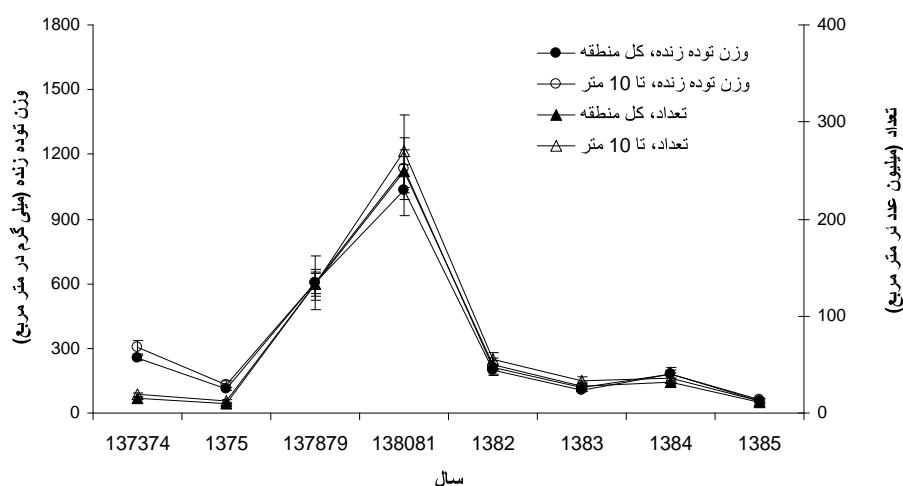
| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-------------------------------|
| | * | | | | | | | <i>Lyngbya birgei</i> |
| * | * | ** | *** | *** | | | * | <i>Lyngbya sp</i> |
| | | | | | | | * | <i>Lyngbya spiralis</i> |
| | | | ** | * | | | | <i>Mallomonas sp.</i> |
| | | | | | | * | | <i>Melosira italica</i> |
| | | | | | | * | * | <i>Melosira sp</i> |
| | | | | | * | | * | <i>Melosira granulata</i> |
| | ** | | | | * | | | <i>Melosira italica</i> |
| | ** | | | | * | | | <i>Melosira juergensii</i> |
| | | | | | * | | | <i>Melosira moniliformis</i> |
| | | *** | * | * | * | | * | <i>Melosira varians</i> |
| | | | * | * | * | | * | <i>Merismopedia mimima</i> |
| | | | * | | * | | * | <i>Merismopedia punctata</i> |
| | ** | *** | | | ** | *** | *** | <i>Microsystis aeruginosa</i> |
| | | | | * | | * | * | <i>Microsystis minima</i> |
| | | | | * | ** | * | ** | <i>Microsystis pulvereae</i> |
| | * | * | | * | ** | * | ** | <i>Microsystis sp</i> |
| | | | | | | | | <i>Monoraphidium</i> |
| | | | | ** | | | * | <i>contratum</i> |
| | | | | | | ** | ** | <i>Mougeotia sp</i> |
| | | | | | | | * | <i>Navicula anglisa</i> |
| | | * | * | * | * | * | * | <i>Navicula bombus</i> |
| | | * | ** | * | ** | | * | <i>Navicula cryptocephala</i> |
| | | | | | * | | ** | <i>Navicula fluens</i> |
| | | | | | | | * | <i>Navicula forcipata</i> |
| | | | | | | | * | <i>Navicula gibola</i> |
| | | | | | * | | | <i>Navicula gracilis</i> |
| | | | | | * | * | * | <i>Navicula Gregaria</i> |
| | | | | | * | * | * | <i>Navicula kotschy</i> |
| | | | | ** | | | | <i>Navicula lanceolata</i> |
| | | | | | | | * | <i>var.arenarica</i> |
| | | | | | | | * | <i>Navicula laterostrata</i> |
| | | | | | | | * | <i>Navicula menisculus</i> |
| | | * | | | | | * | <i>Navicula pusilla</i> |
| * | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | <i>Navicula simplex</i> |
| | * | * | *** | * | | | ** | <i>Navicula sp</i> |
| | | | | | * | | * | <i>Navicula sp1</i> |
| | | | | | | | * | <i>Navicula spicolafera</i> |
| | | | | | | * | * | <i>Navicula subrhombica</i> |
| | | | | ** | | | | <i>Nitzschia hungariaea</i> |
| | | ** | ** | ** | | | | <i>Nitzschia termalis</i> |
| ** | ** | *** | *** | *** | ** | *** | *** | <i>Nitzschia acicularis</i> |
| | * | * | | * | * | * | ** | <i>Nitzschia closterium</i> |
| | | * | * | | | | * | <i>Nitzschia constricta</i> |
| | | | | | **** | *** | * | <i>Nitzschia distans</i> |
| | | | | | | | * | <i>Nitzschia fonticola</i> |
| | | | | | | * | * | <i>Nitzschia holsatica</i> |
| | | | | | | * | * | <i>Nitzschia hungariaea</i> |
| * | ** | *** | ** | * | * | | ** | <i>Nitzschia reversa</i> |
| ** | *** | ** | | | | | * | <i>Nitzschia seriata</i> |
| | * | * | * | | * | | * | <i>Nitzschia sigma</i> |
| * | *** | ** | | | ** | ** | ** | <i>Nitzschia sigmoidea</i> |
| ** | ** | *** | ** | ** | ** | ** | ** | <i>Nitzschia sp</i> |
| | | ** | | | | * | * | <i>Nitzschia sublinearis</i> |
| | * | * | | | * | ** | *** | <i>Nitzschia tenirustris</i> |
| | | | | ** | | | ** | <i>Nitzschia tryblionella</i> |
| | | | | * | | | * | <i>Nitzschia lanceolata</i> |
| | | | | | | * | * | <i>Nitzschia longisima</i> |
| | | | | | | * | * | <i>Nitzschia lorenziana</i> |
| | | | | | * | | * | <i>Nitzschia SP1</i> |
| | | ** | * | * | | | * | <i>Nitzschia sp2</i> |

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------------|
| | | ** | | | | | | Nitzschia sp3 |
| | ** | | | | | * | | Nodollaria harveyana |
| | | | | | | ** | | Nostoc linckia |
| * | | | * | | * | ** | | Nostoc sp |
| | | | | | | | * | Ocystis sp |
| | | | | | * | | | Oedogonium sp |
| | * | | | | | | | Oocystis nodulosa |
| | | | * | | | * | | Oocystis borgi |
| | | | | | | * | | Oocystis ceumpsita |
| | * | | ** | ** | | | | Oocystis parva |
| | * | | | | | | | Oocystis socialis |
| | * | | ** | * | * | * | ** | Oocystis solitaria |
| * | | | | | * | | | Oscillatoria geminata |
| | | | | | | | | Oscillatoria bonnemasonii |
| | | | | | | * | * | Oscillatoria chalybea |
| ** | ** | ** | ** | ** | * | * | ** | Oscillatoria limosa |
| ** | * | ** | ** | ** | ** | | ** | Oscillatoria sp |
| | | | * | | | | | Oscillatoria tennuis |
| | | | | * | ** | | * | Pediasreum tetras |
| | | | | | ** | ** | ** | Pediastrum boryanum |
| | | | | | * | | | Pediastrum integrum |
| | | | | | | * | * | Pediastrum simplex |
| | | | ** | * | * | | | Pediastrum sp |
| * | ** | * | ** | ** | ** | * | ** | Peridinium achromaticum |
| | ** | | | | * | | | Peridinium digital |
| | | * | | | | | * | Peridinium granii |
| | | | | * | | | | Peridinium inconspicuum |
| ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | * | Peridinium latum |
| | * | ** | * | * | * | | | Peridinium sp |
| | * | ** | * | * | * | | | Peridinium subsalum |
| | * | ** | ** | * | * | | | Peridinium trochoideum |
| ** | * | * | * | * | * | * | * | Phacus sp |
| | * | | | * | | | | Phormidium tenue |
| | | | | | | | | Phormidium sp |
| | | | * | | * | * | * | Pinnularia interrupta |
| | | | | * | * | * | * | Pinnularia sp |
| | | | ** | | | | | Pleurosigma angulatum |
| * | ** | * | | * | * | * | * | Pleurosigma delicatulum |
| | | | * | * | * | * | * | pleurosigma ehrenbergii |
| ** | ** | ** | ** | * | * | * | * | Pleurosigma elongatum |
| | | | | | | | * | Pleurosigma salinarum |
| | | | | | | | * | Pleurosigma sp |
| ** | ** | ** | * | | | * | * | Prorocentrum micans |
| ** | * | ** | * | * | * | * | * | Prorocentrum obtusum |
| ** | ** | ** | * | * | * | * | * | Prorocentrum praximum |
| ** | ** | ** | * | * | * | * | * | Prorocentrum scutellum |
| | | | | | * | | * | Rhicosphenia curvata |
| | | | | | * | | * | Rhicosphenia sp |
| ** | ** | ** | * | * | * | * | * | Rhizosolenia calcaravis |
| ** | * | * | * | * | * | * | * | Rhizosolenia fragilissima |
| | | | | | * | | | Rhopalodia gibaba |
| | | | | | * | | | Rhopalodia sp |
| | * | | | * | | | | Scenedesmus abundans |
| | * | | | * | | | | Scenedesmus abundans |
| * | * | * | * | * | * | * | * | Scenedesmus acuminatus |
| | | * | * | * | * | * | * | Scenedesmus armatus |
| | | * | * | * | * | * | * | Scenedesmus bijuga |
| * | * | | | * | * | * | * | Scenedesmus byugasus |
| | | | | * | * | * | * | Scenedesmus denticula |
| | | * | | * | * | * | * | Scenedesmus obliquus |

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|----|------|------|----------------------------------|
| ** | ** | * | * | ** | ** | ** | <i>Scenedesmus quadricauda</i> |
| | | * | * | * | | | <i>Scenedesmus sp</i> |
| | | * | * | * | | | <i>Scheroderia setigera</i> |
| | | * | ** | ** | | | <i>Schroderia sp</i> |
| ** | * | * | | | * | ** | <i>Scletonema subsalsum</i> |
| | | | | * | | ** | <i>Scytonema hofmanni</i> |
| | * | | | | | * | <i>Selenastrum sp</i> |
| ** | * | ** | ** | ** | **** | ** | <i>Selenstrum bibrajanum</i> |
| | * | *** | | ** | | * | <i>Skeletonema costatum</i> |
| | | * | * | * | | * | <i>Spirulina anabena</i> |
| | | | | * | | * | <i>Spirulina laxissima</i> |
| | | | | * | | * | <i>Spirulina sp</i> |
| | | | | * | | * | <i>Spirulina subtilissima</i> |
| | | | | * | | * | <i>Spirulina tenuis</i> |
| * | | * | | | * | * | <i>Stephanodiscos binderana</i> |
| | | * | | | | * | <i>Stephanodiscos hantzschii</i> |
| * | | * | | | | * | <i>Stephanodiscus dubius</i> |
| | | * | | | | * | <i>Stephanodiscus socialis</i> |
| | | * | | | | * | <i>Stephanodiscus sp</i> |
| | | | | | * | * | <i>Strastrum tetrecerum</i> |
| | | | | | * | * | <i>Surirella aracta</i> |
| | | | | | * | * | <i>Surirella ovalis</i> |
| | | | | | * | * | <i>Surirella rabasta</i> |
| | | | | | * | * | <i>Surirella sp</i> |
| | | * | | | | * | <i>Synedra acus</i> |
| * | | | | | * | ** | <i>Synedra pulchella</i> |
| ** | * | * | ** | ** | ** | * | <i>Synedra sp</i> |
| | | | | | ** | * | <i>Synedra ulna</i> |
| | | | | | | * | <i>Tabellaria intermedia</i> |
| | | | | | | ** | <i>Tetraselmis sp</i> |
| **** | **** | **** | **** | ** | **** | **** | <i>Thalassionema</i> |
| * | | * | | * | | * | <i>nitzschiodes</i> |
| | * | * | | * | | * | <i>Thalassiosira sp</i> |
| ** | | ** | * | * | ** | **** | <i>Thalassiosira aculeata</i> |
| | * | | | | | * | <i>Thalassiosira caspica</i> |
| | ** | | | * | | * | <i>Thalassiosira hustedtii</i> |
| * | * | * | * | * | **** | **** | <i>Thalassiosira parva</i> |
| | * | * | | | | * | <i>Thalassiosira variabilis</i> |
| | | * | | | | * | <i>Trachelomonas</i> |
| ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | <i>planctonia</i> |
| | | * | | | | * | <i>Trachelomonas sp</i> |
| | | | | | | * | <i>Trachelomonas sp1</i> |
| | | | | | | * | <i>Trachelomonas sp2</i> |
| | | | | | | * | <i>Trachelomonas sp3</i> |
| * | ** | ** | **** | ** | **** | **** | <i>Trachelomonas spiculifera</i> |
| | * | * | | | | * | <i>Trachelomonas tambavica</i> |
| | * | | | | | * | <i>Trachelomonas verrucosa</i> |
| | | *** | | | | * | <i>Tracholemonas similis</i> |
| | * | | | | | * | <i>Tribonema sp</i> |
| ** | ** | * | | | | * | <i>Tribonema sp1</i> |
| | | * | | | | * | <i>Tribonema volgar</i> |

در سالهای ۸۵-۱۳۷۳ حداقل میانگین تعداد و وزن توده زنده فیتوپلانکتون بترتیب ۹/۰۴ میلیون عدد در متر مکعب در سال ۱۳۷۵ و ۵۹/۰۳ میلی گرم در متر مکعب در سال ۱۳۸۵ و حداکثر بترتیب ۲۴۸/۹ میلیون عدد و

۱۰۳۴/۰ میلی گرم در متر مکعب در سال ۱۳۸۰ مشاهده گردید (شکل ۱۴-۳، ضمیمه ۲ جداول ۱ و ۲). همانطوریکه در روش بررسی ذکر گردید در بعضی از سالها فقط تا عمق ۱۰ متری نمونه برداری صورت گرفت برای درک و مقایسه بهتر، نتایج مربوط به این اعماق در سالهای مختلف نیز در شکل ۱۴-۳ آورده شده است. روند تغییرات در این اعماق نیز مشابه کل منطقه می باشد.

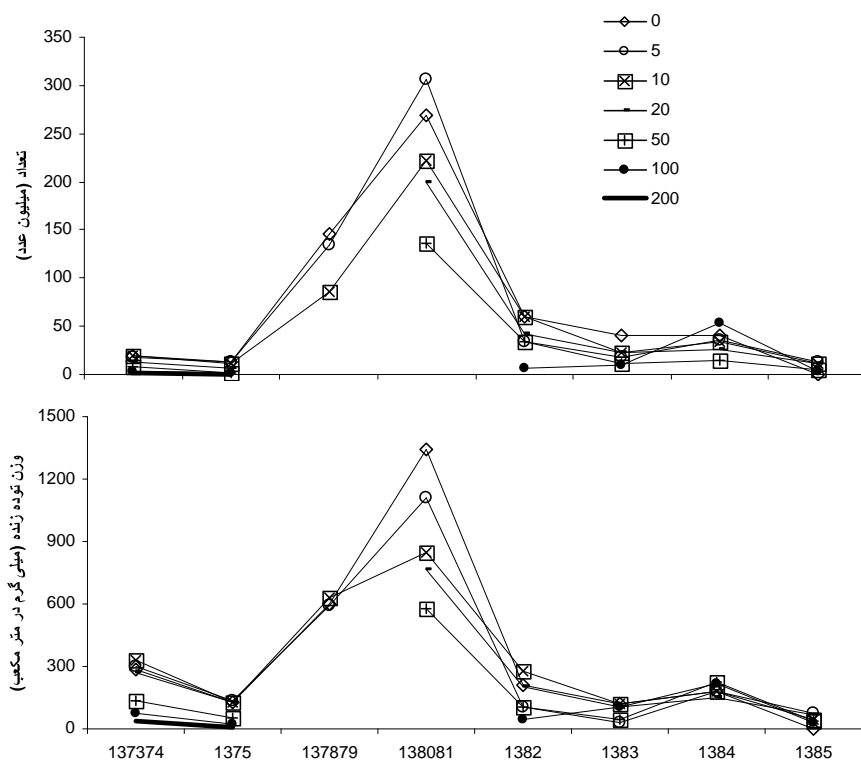


شکل ۱۴-۳- میانگین (\pm) تعداد و توده زنده کل فیتوپلانکتون در سواحل ایرانی دریای خزر (۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵)

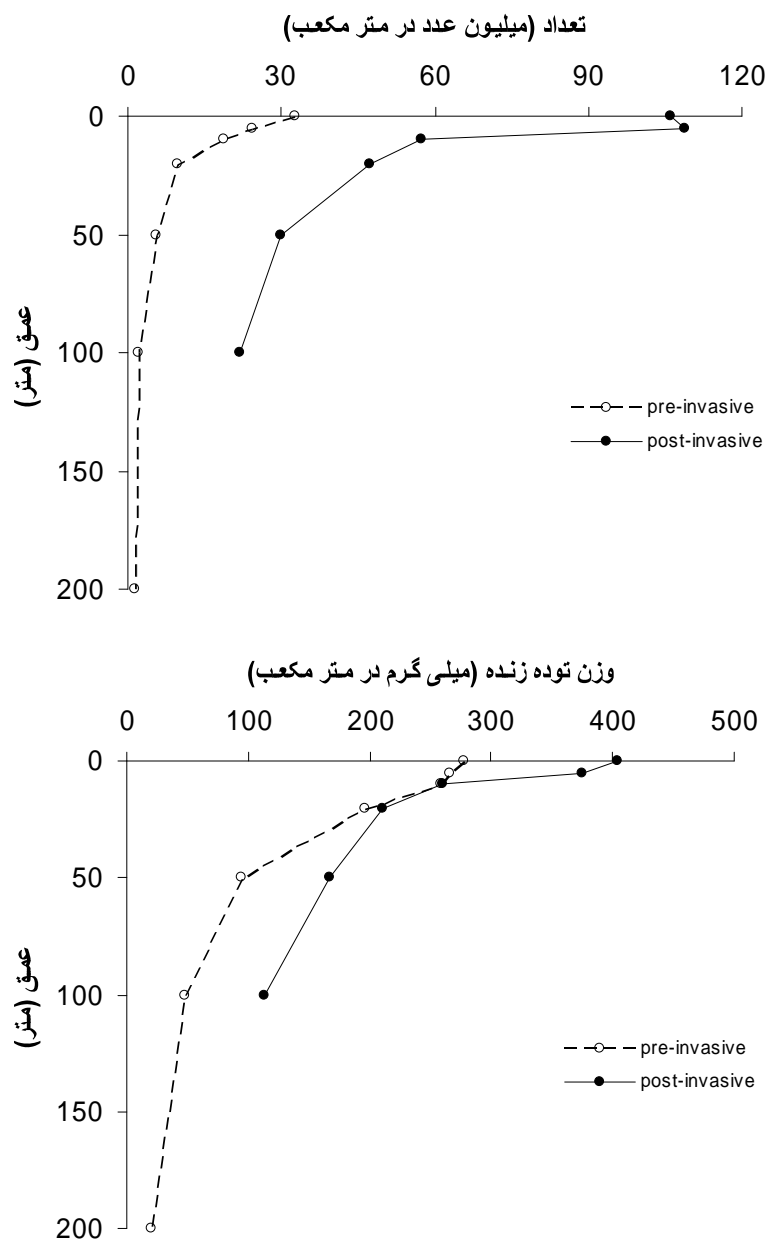
شکل ۱۵-۳ روند تغییرات میانگین تعداد و وزن توده زنده کل فیتوپلانکتون را در لایه های مختلف آب و سالهای مختلف نشان می دهد. در همه سالها بیشترین میزان تراکم در لایه سطحی مشاهده شد. بطور کلی با افزایش لایه تعداد و وزن توده زنده کاهش می یابد. حداقل میانگین تعداد و وزن توده زنده فیتوپلانکتون (بترتیب ۱/۲ میلیون عدد در متر مکعب و ۲۴/۱۴ میلی گرم در متر مکعب) در لایه ۱۰۰ متری در سال ۱۳۷۵ و حداکثر میانگین تعداد (۳۶۰ میلیون عدد در متر مکعب) و وزن توده زنده (۱۳۴۴/۱۴ میلی گرم در متر مکعب) بترتیب در لایه ۵ متر و سطحی در سال ۸۱-۱۳۸۰ برآورد شد (شکل ۱۵-۳ و ضمیمه ۲، جدول ۳ و ۴).

همچنین میانگین تعداد و وزن توده زنده فیتوپلانکتون در قبل و بعد از ورود شانه دار در دریای خزر (شکل ۱۶-۳) نشان می دهد که میانگین هر متغیر تقریباً در همه اعماق در قبل از ورود شانه دار کمتر از دوره دوم می باشد.

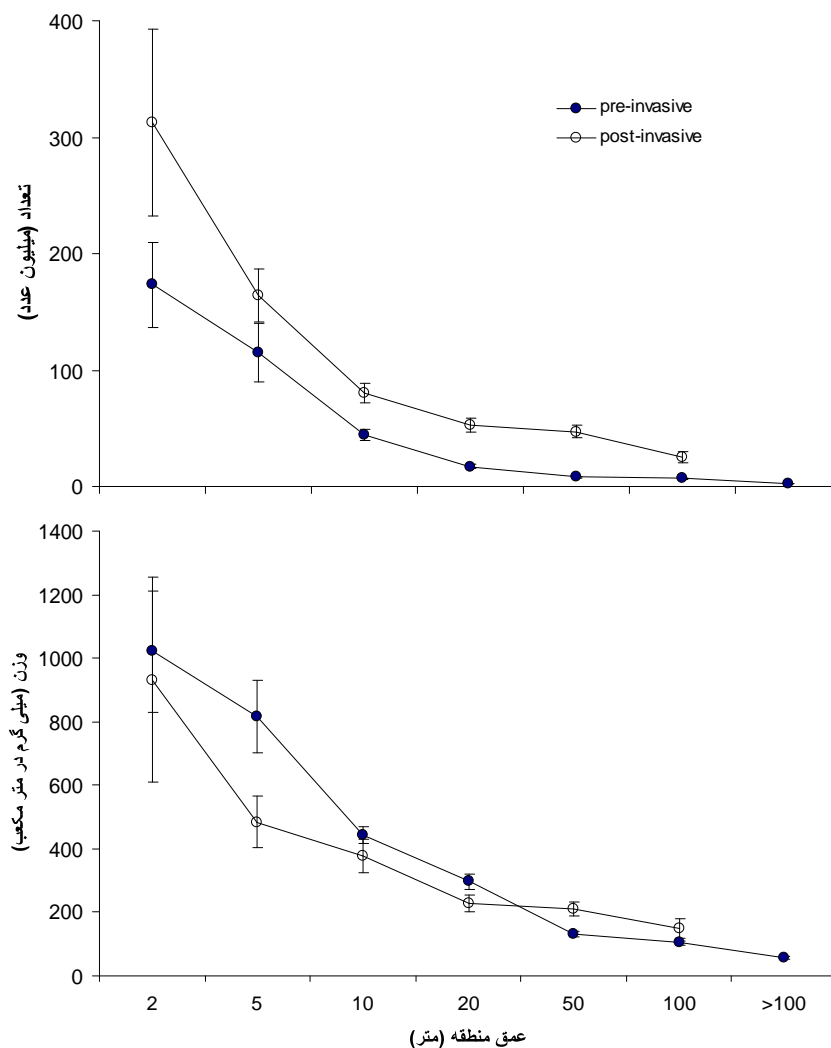
با دور شدن از ساحل و افزایش عمق نیز میانگین تعداد و وزن توده زنده فیتوپلانکتون کاهش می یابد. شکل ۱۷-۳ روند تغییرات آنها را در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار نشان می دهد. میانگین تعداد فیتوپلانکتون در قبل از ورود بیشتر از دوره دوم می باشد ولی وزن توده زنده روندی معکوس را نشان می دهد. میانگین تعداد و وزن توده زنده اعماق مختلف در سالهای مختلف نیز نشان می دهد که حداقل میانگین تعداد و وزن فیتوپلانکتون بترتیب ۱/۴۳ میلیون عدد و ۳۲/۱۳ میلی گرم در متر مکعب در عمق ۲۰۰ متری در سال ۱۳۸۵ و حداکثر میانگین تعداد و وزن زنده بترتیب ۵۳۰/۰ میلیون عدد و ۱۷۲۹/۷۷ میلی گرم در متر مکعب در سال ۱۳۸۰-۸۱ مشاهده شد (ضمیمه ۲، جدول ۵ و ۶).



شکل ۱۵-۳- تغییرات میانگین تعداد و وزن توده زنده کل فیتوپلانکتون هر لایه در سالهای مختلف.

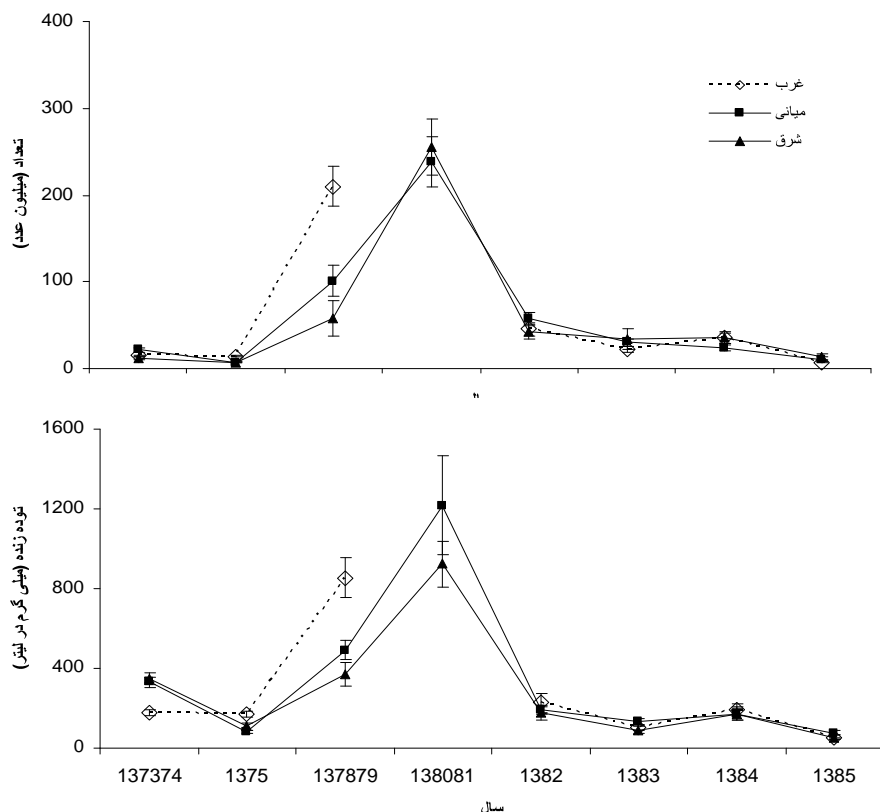


شکل ۱۶-۳ - تغییرات میانگین تعداد و وزن توده زنده کل فیتوپلانکتون در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار در لایه های مختلف.



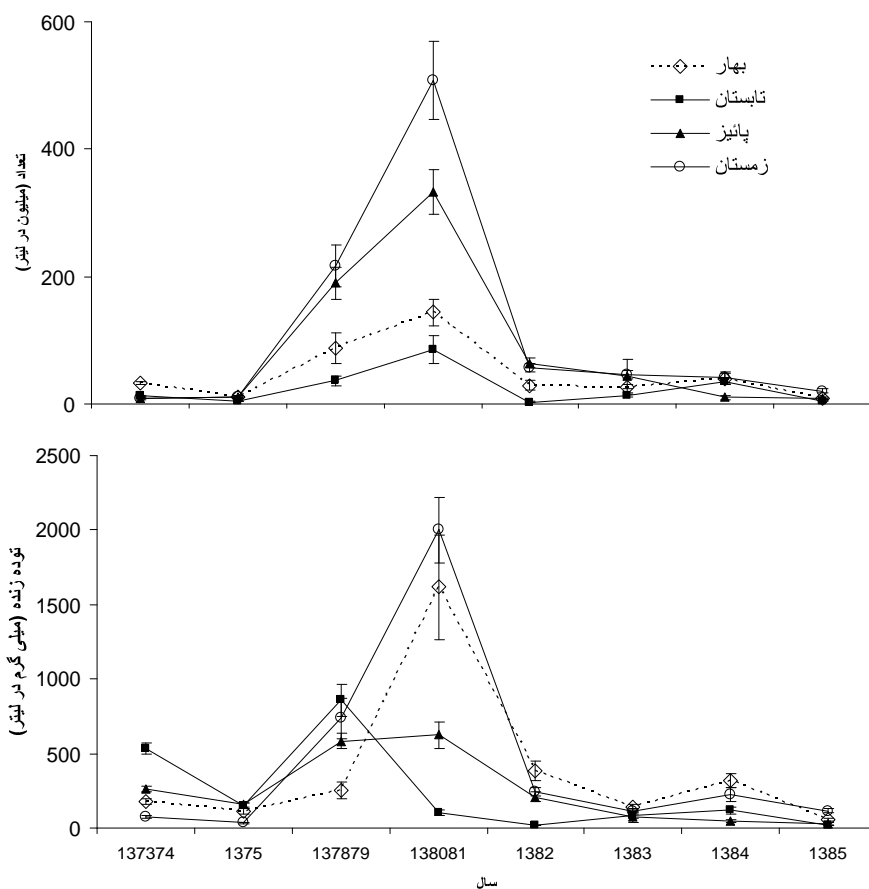
شکل ۱۷-۳- تغییرات میانگین (\pm خطای معیار) تعداد و وزن توده زنده کل فیتوپلانکتون هر عمق در قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر

تغییرات میانگین تعداد و بیوماس فیتوپلانکتون در سه منطقه غرب، میانی و شرق در سالهای مختلف (شکل ۱۸-۳) نشان میدهد که بین سه منطقه اختلاف فاحشی وجود ندارد بجز سال ۱۳۷۸-۷۹ که میانگین غرب از دو منطقه دیگر بیشتر می باشد. وزن توده زنده سه منطقه نیز فقط در سالهای ۱۳۷۸-۷۹ و ۸۱-۱۳۸۰ اختلاف قابل ملاحظه دارند. حداقل میانگین تعداد فیتوپلانکتون ۶/۸۶ میلیون عدد در متر مکعب در منطقه شرق در سال ۱۳۷۵ و حداقل میانگین وزن زنده برابر ۵۳/۷۱ میلی گرم در متر مکعب در سال ۱۳۸۵ و حداکثر میانگین تعداد و وزن زنده بترتیب ۲۵۵/۲ میلیون عدد در متر مکعب در منطقه شرق و ۱۲۱۶/۵۳ میلی گرم در متر مکعب در منطقه میانی در سال ۸۱-۱۳۸۰ مشاهده شد (ضمیمه ۲، جداول ۷ و ۸).



شکل ۱۸-۳- تغییرات میانگین (\pm خطای معیار) وزن توده زنده و تعداد کل فیتوپلانکتون در سه منطقه غرب، میانی و شرق در سالهای مختلف.

تغییرات میانگین تعداد و بیوماس فیتوپلانکتون در فصول مختلف (شکل ۱۹-۳) نشان میدهد که تفاوتهای فاحشی بین میانگین تعداد و وزن زنده در فصول مختلف در طی سالهای ۷۹-۱۳۷۸ الی ۱۳۸۲ وجود دارد. این اختلافات در سال ۸۱-۱۳۸۰ به حداکثر خود می رسد بطوریکه حداکثر میانگین تعداد و وزن زنده در این سال بترتیب ۸۸۴/۶۵ میلیون عدد و ۲۱۰۴/۰۰ میلی گرم در لیتر در فصل بهار مشاهده شد. بطور کلی حداقل این متغیرها بترتیب ۳/۰۷ میلیون عدد و ۱۸/۷۷ میلی گرم در لیتر در تابستان سال ۱۳۸۲ و حداکثر بترتیب ۵۰۷/۹ میلیون عدد و ۲۰۰۱/۷۶ میلی گرم در متر مکعب ساله ۸۱-۱۳۸۰ محاسبه شد (ضمیمه ۲، جداول ۹ و ۱۰).



شکل ۱۹-۳- تغییرات میانگین (\pm خطای معیار) وزن توده زنده و تعداد کل فیتوپلانکتون هر فصل در سالهای مختلف.

مقایسه میانگین توده زنده در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر در سه منطقه غرب، میانی و شرق و در چهار فصل سال نشان می دهد که بین دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار و چهار فصل و سه منطقه اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد (بترتیب $P<0.001$ ، $P<0.008$ و $P<0.001$). اثرات متقابل نیز بین دو دوره - فصول مختلف، دو دوره - سه منطقه، سه منطقه - فصول مختلف وجود دارد ($P<0.001$ ، $P<0.015$ و $P<0.013$) ولی بین دوره ها-فصول-مناطق وجود ندارد ($P>0.271$). (جدول ۲-۳ و شکل های ۲۰-۳-۲۳).

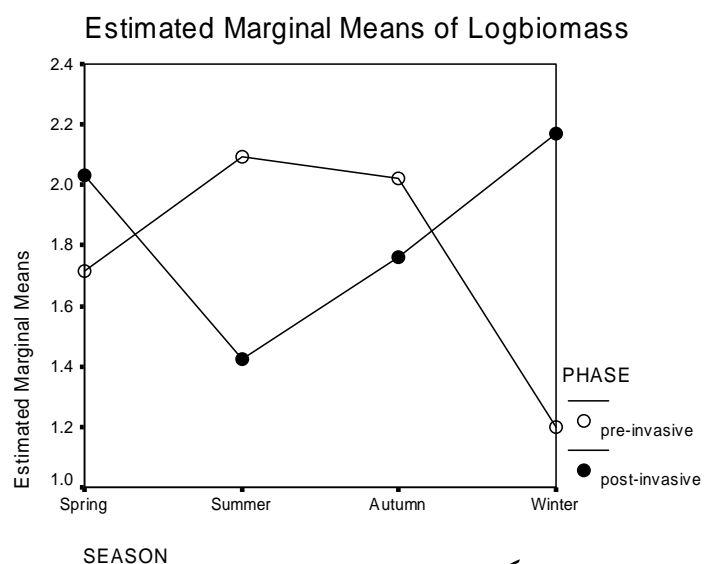
جدول ۳-۲ - آنالیز واریانس سه طرفه در دو سطح دوره، سه سطح منطقه و چهار فصل سال بیوماس بر حسب میلی گرم در متر مکعب لگاریتم فیتوپلانکتون

Tests of Between-Subjects Effects

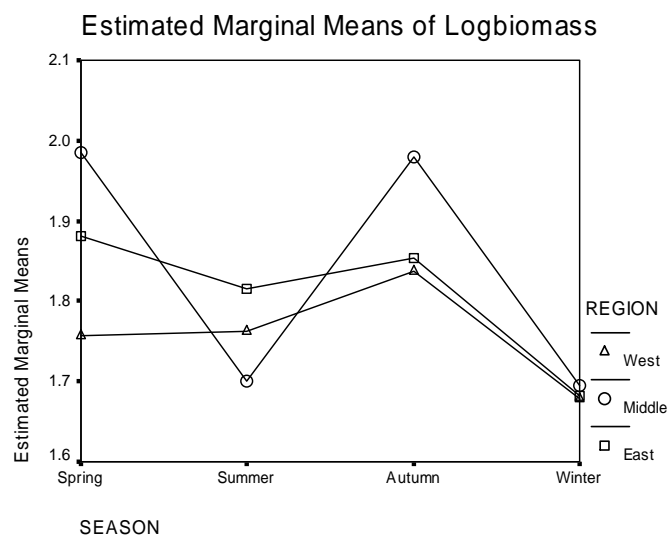
Dependent Variable: LOGBIOMA

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------------|-------------------------|------|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 506.768 ^a | 23 | 22.033 | 41.471 | .000 |
| Intercept | 11570.269 | 1 | 11570.269 | 21777.535 | .000 |
| PHASE | 7.244 | 1 | 7.244 | 13.635 | .000 |
| SEASON | 25.883 | 3 | 8.628 | 16.239 | .000 |
| REGION | 3.945 | 2 | 1.973 | 3.713 | .024 |
| PHASE * SEASON | 354.683 | 3 | 118.228 | 222.528 | .000 |
| PHASE * REGION | 1.407 | 2 | .703 | 1.324 | .266 |
| SEASON * REGION | 9.970 | 6 | 1.662 | 3.127 | .005 |
| PHASE * SEASON * REGION | 7.107 | 6 | 1.185 | 2.229 | .038 |
| Error | 2271.281 | 4275 | .531 | | |
| Total | 16920.553 | 4299 | | | |
| Corrected Total | 2778.049 | 4298 | | | |

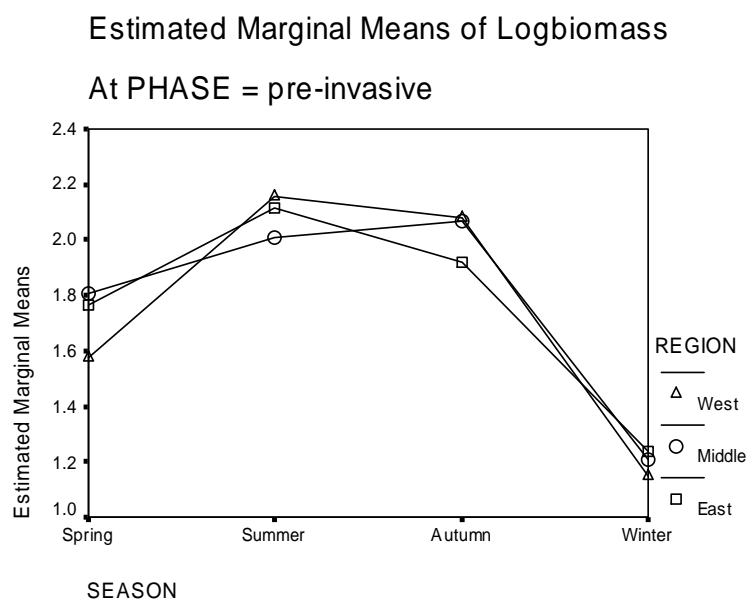
a. R Squared = .182 (Adjusted R Squared = .178)



شکل ۳-۲۰ - اثرات متقابل بیوماس فیتوپلانکتون بین چهار فصل در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه

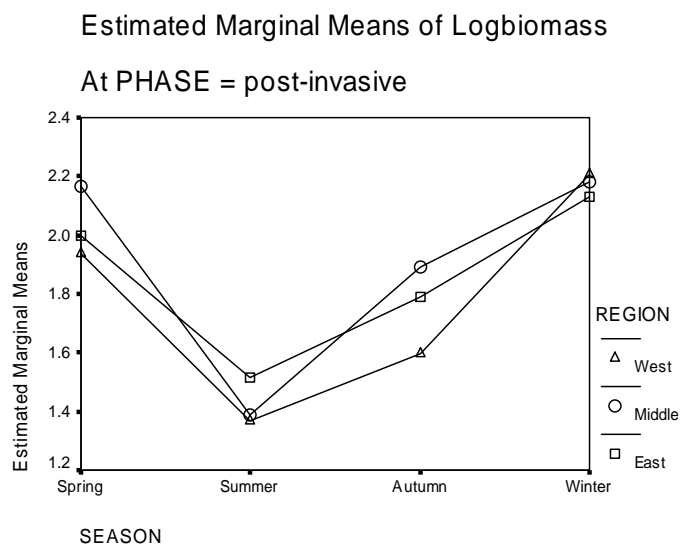


شکل ۳-۲۱- اثرات متقابل بیوماس فیتوپلانکتون بین چهار فصل و سه منطقه غرب، میانی و شرق



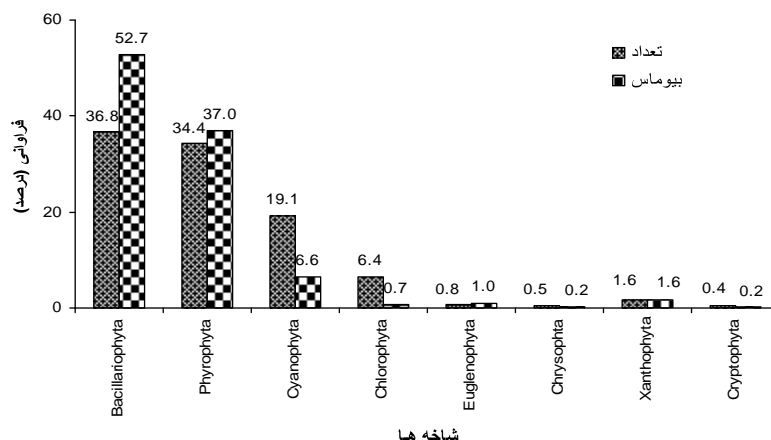
شکل ۳-۲۲- اثرات متقابل بیوماس فیتوپلانکتون بین چهار فصل و سه منطقه غرب، میانی و شرق قبل از ورود

شانه دار



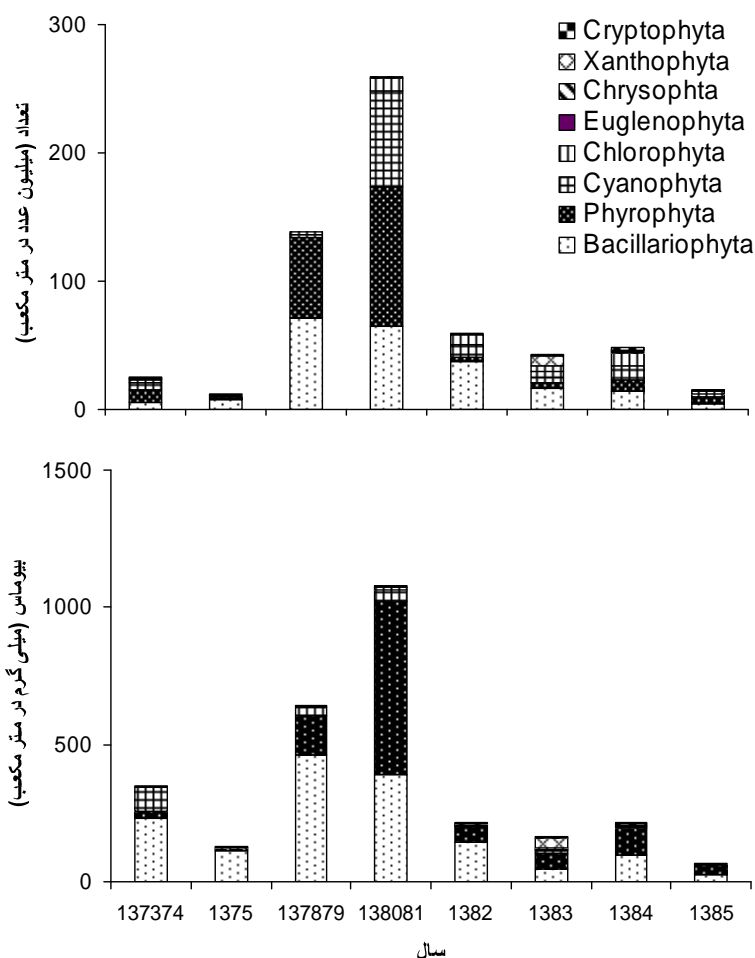
شکل ۲۳-۳ اثرات متقابل بیوماس فیتوپلانکتون بین چهار فصل و سه منطقه غرب، میانی و شرق بعد از ورود شانه‌دار

همانطوریکه ذکر شد هشت شاخه از فیتوپلانکتون در دریای خزر وجود دارند که در نمونه برداریها شناسائی شدند. دو شاخه Bacillariophyta و Phyrophyta بیشترین فراوانی را بخود اختصاص می دهند (شکل ۲۴-۳). از نظر تعداد دو شاخه فوق بترتیب ۳۶/۸ و ۳۴/۹ درصد و از نظر توده زنده بترتیب ۵۲/۷ و ۳۷/۰ درصد از کل توده زنده را بخود اختصاص می دهند. فراوانی شاخه های Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Cryptophyta بسیار کم بوده و مجموعاً حدود فقط ۰.۳٪ از کل تعداد و توده زنده را بخود اختصاص می دهند.



شکل ۲۴-۳ فراوانی تعداد و توده زنده شاخه های مختلف پلانکتونی در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ بر حسب درصد

نمودار شماره ۲۵-۳ میانگین تعداد و وزن توده زنده هر یک از شاخه ها را در سالهای مورد مطالعه نشان میدهد. بر اساس نتایج بدست آمده حداقل میانگین تعداد برابر ۲۵۰۰۰۰ عدد در متر مکعب متعلق به شاخه Cryptophyta در سال ۱۳۸۳ و حداقل میانگین توده زنده برابر ۰/۲۸۰ میلی گرم در متر مکعب متعلق به شاخه Chrysophyta در سال ۱۳۸۴ برآورد شده است. همچنین حداکثر تعداد و وزن بترتیب ۱۰۹/۳ عدد ۶۳۲/۳۰ میلی گرم در متر مکعب متعلق به شاخه Phytophyta در سال ۸۱-۱۳۸۰ مشاهده شد.



شکل ۲۵-۳- فراوانی شاخه های مختلف پلاتکتونی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) در سالهای مختلف

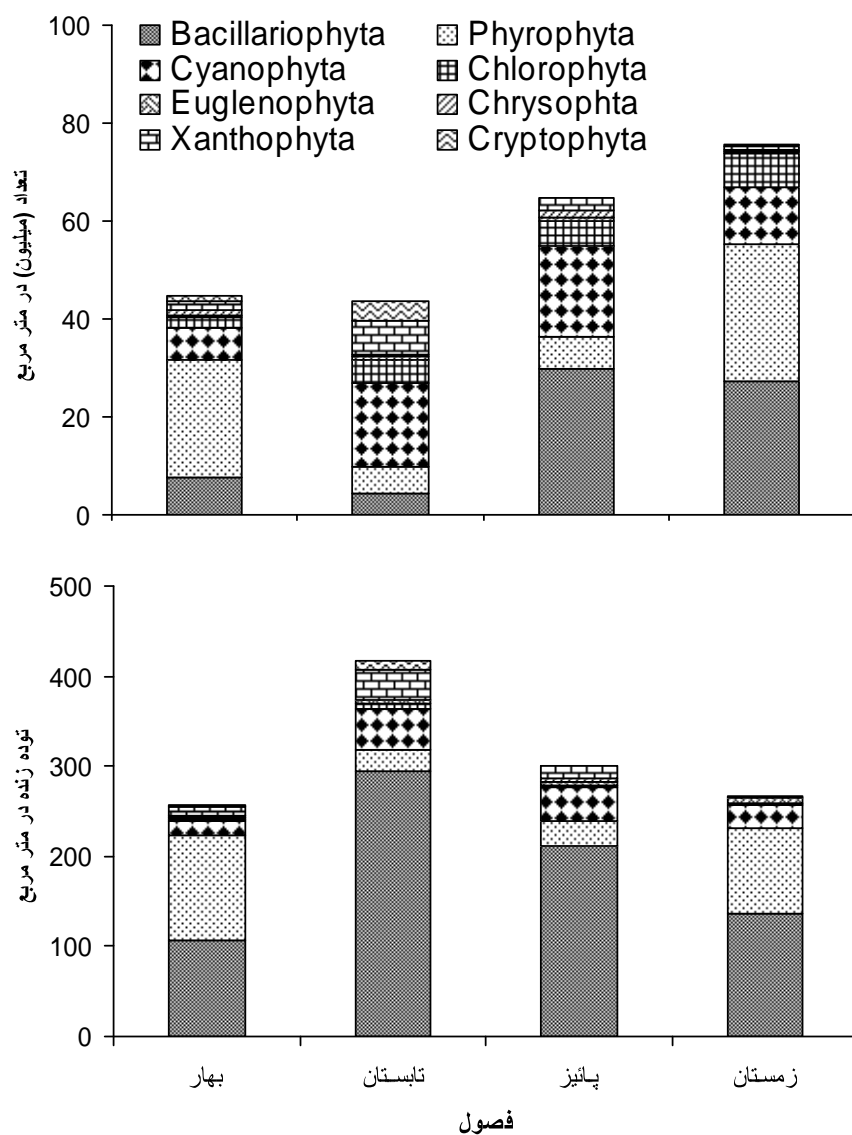
این بررسی نشان می دهد که حداقل میانگین تعداد (۲۰۰۰۰۰ عدد در متر مکعب) مربوط به شاخه Cryptophyta که در فصل زمستان و حداکثر تعداد (۲۹/۹۸ میلیون عدد در متر مکعب) متعلق شاخه Bacillariophyta فصل پائیز مشاهده شد (شکل ۲۶-۳). همچنین حداقل توده زنده (۰/۴۰ میلی گرم در متر مکعب) نیز متعلق به شاخه Cryptophyta و زمستان و حداکثر آن (۲۹۴/۴۴ میلی گرم در متر مکعب) در فصل تابستان برآورد شد (شکل ۲۶-۳).

از نظر تعداد در هر سه منطقه شاخه های Bacillariophyta و Phytophyta و در منطقه میانی و شرق دو شاخه مذکور و شاخه Cyanophyta کاملاً غالب بودند و بترتیب بیش از ۷۰، ۸۳ و ۸۴ درصد از کل تعداد را بخود

اختصاص دادند. ولی از نظر توده زنده دو شاخه Bacillariophyta و Phyrophyta کاملاً غالب بوده و بیش از ۷۵ درصد از کل توده زنده را در هر سه منطقه تشکیل می دهند. داده های منطقه عمیق مربوط به فقط دو سال اول تحقیق می باشد بهمین دلیل در اینجا اشاره نشده است و فقط برای شناخت کلی از وضعیت فیتوپلانکتون در شکل آورده شده است (شکل ۲۷-۳).

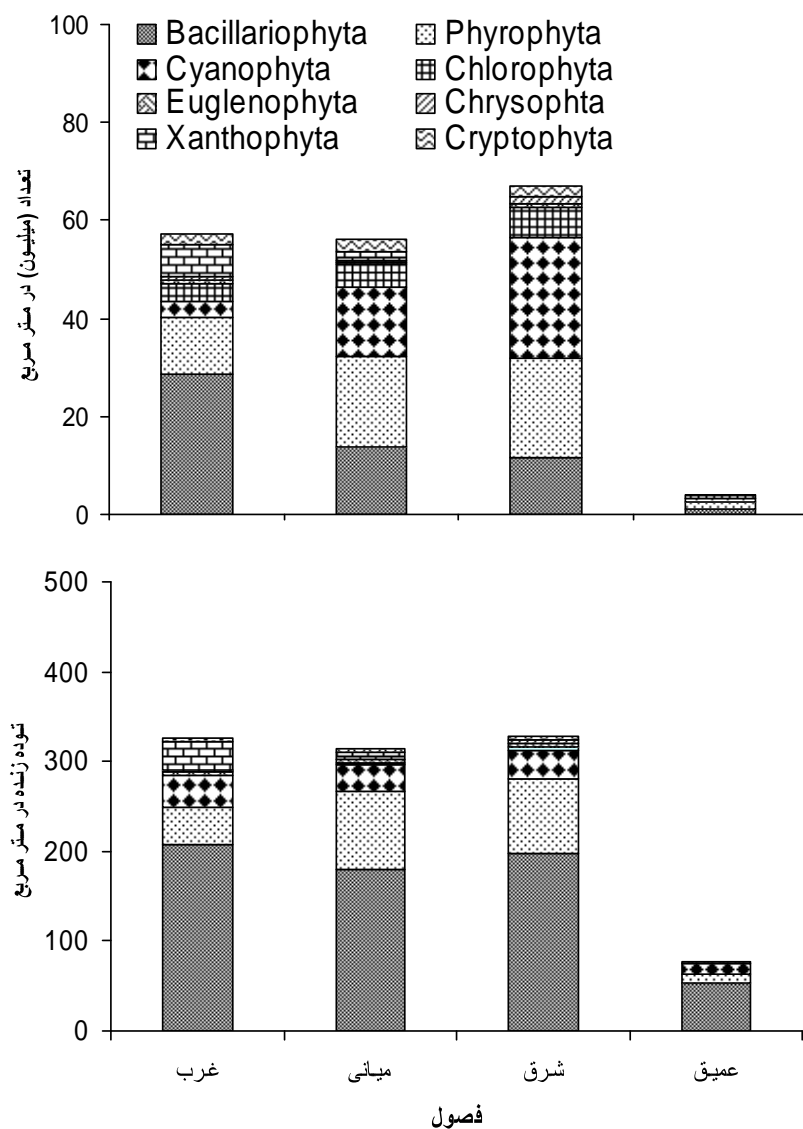
همانطوریکه در شکل ۲۸-۳ مشاهده می گردد با افزایش عمق تعداد فیتوپلانکتون روند کاهشی دارد. ولی توده زنده تا عمق ده متر تقریباً ثابت بوده و سپس با افزایش عمق بشدت کاهش می یابد (شکل ۲۹-۳). بررسی فراوانی شاخه های موجود در هر لایه نشان میدهد که سه شاخه Bacillariophyta، Phyrophyta و Cyanophyta بیشترین فراوانی از نظر تعداد را بخود اختصاص دادند. از نظر توده زنده نیز شاخه Bacillariophyta شاخه غالب بوده و دارای بیشترین فراوانی می باشد. در لایه ده متری شاخه Xanthophyta هم از نظر تعداد و هم از نظر توده زنده دارای فراوانی چشم گیری بود (شکل ۲۸-۳).

با دور شدن از ساحل و افزایش عمق نیز تعداد و توده زنده فیتوپلانکتون بشدت کاهش می یابد (شکل ۲۹-۳). در اینجا نیز شاخه های Bacillariophyta، Phyrophyta و Cyanophyta گروههای غالب پلانکتونی را تشکیل می دهند.

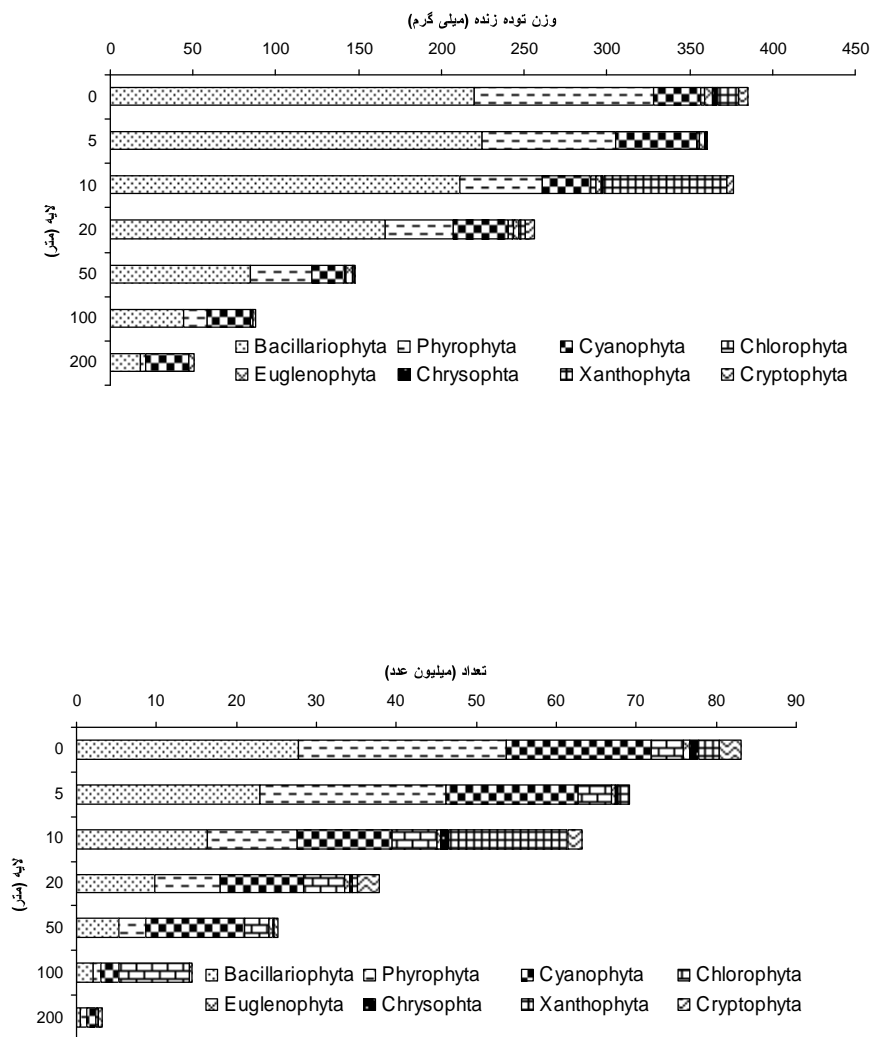


شکل ۲۶-۳ - فراوانی شاخه های مختلف پلانکتونی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) در فصول

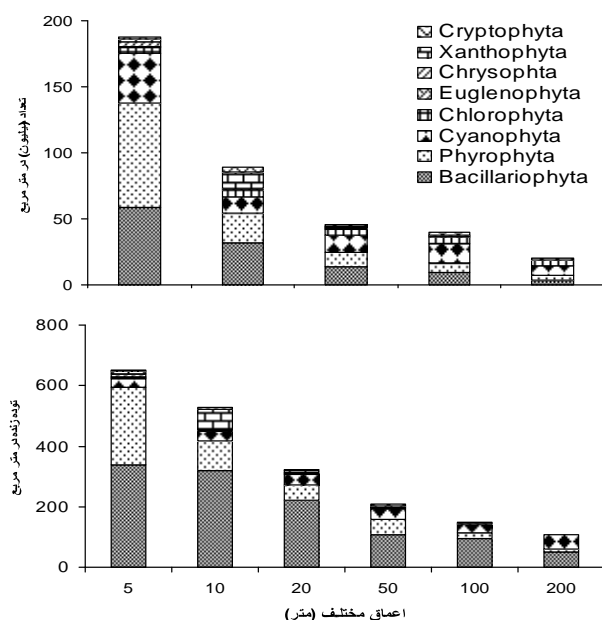
مختلف



شکل ۲۷-۳- فراوانی شاخه های مختلف پلانکتونی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) در مناطق مختلف



شکل ۲۸-۳ - فراوانی شاخه های مختلف پلانکتونی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) در لایه های مختلف



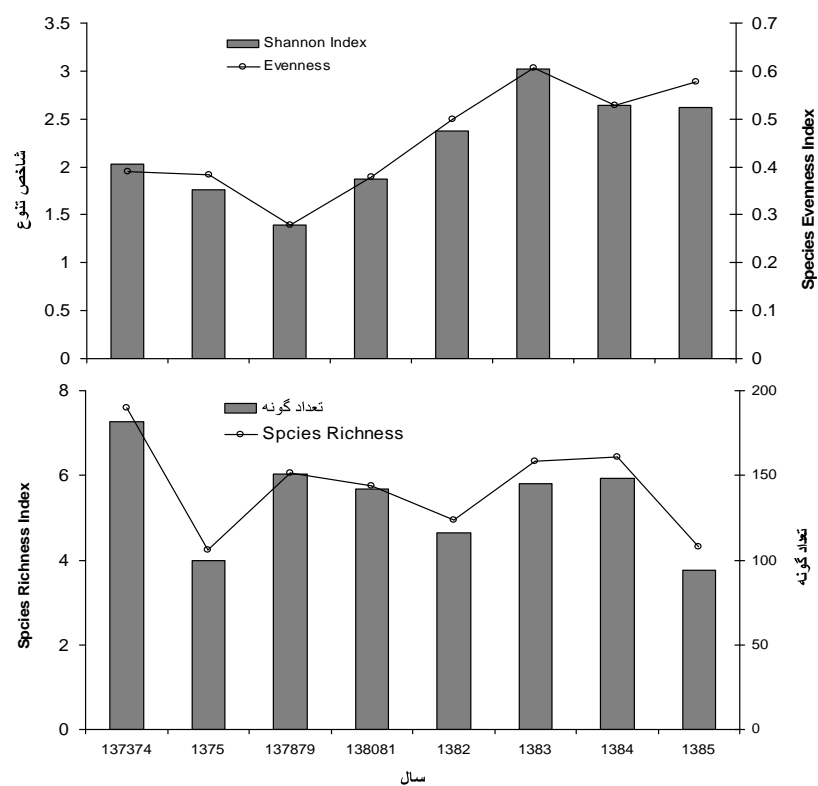
شکل ۲۹-۳- فراوانی شاخه های مختلف پلانکتونی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) در ایستگاه های با اعماق مختلف

تنوع گونه ای

شاخص تنوع گونه ای شانون-وینر (Shannon - Wiener) فیتوپلانکتون در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ بین ۱/۳۹ و ۳/۰۲ در نوسان بود. حداقل شاخص فوق در سال ۷۹-۱۳۷۸ و حداکثر مقدار آن در سال ۱۳۸۳ برآورد شد. حداقل شاخص یکنواختی (۰/۲۸) در سال ۷۹-۱۳۷۸ و حداکثر این شاخص (۰/۶۱) در سال ۱۳۸۳ مشاهده شد (شکل ۳۰-۳).

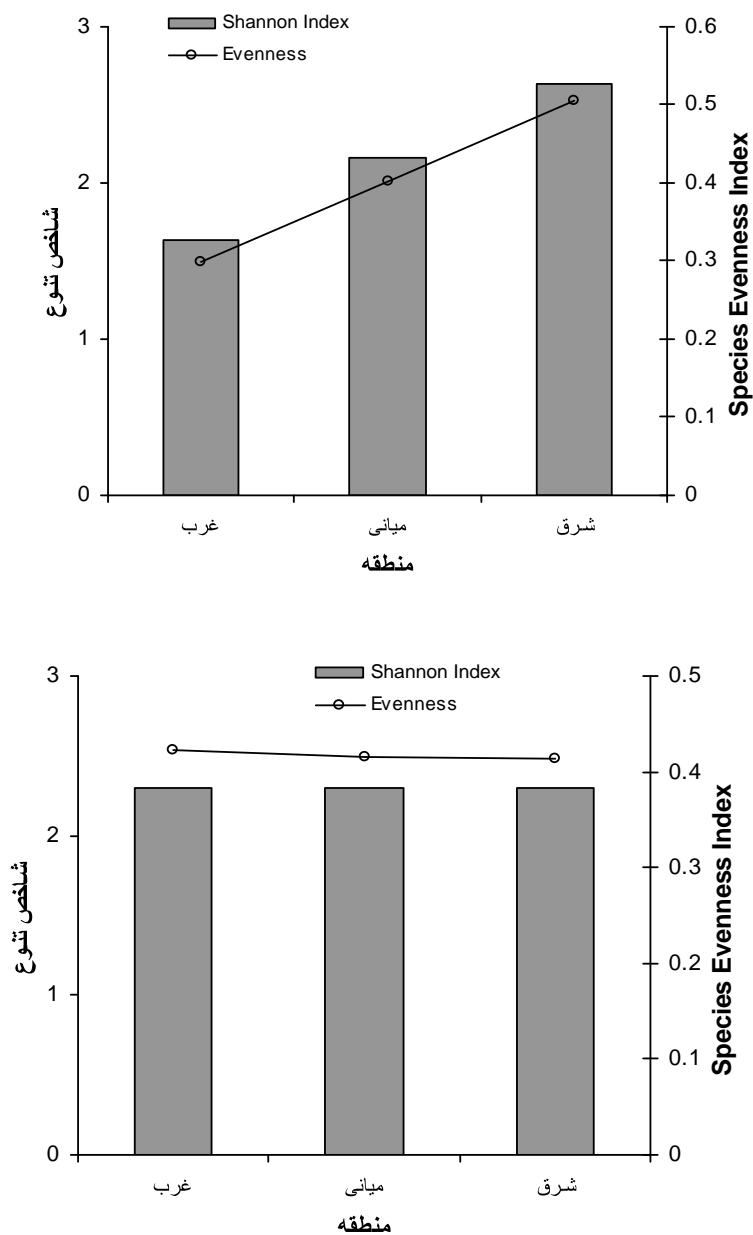
غنای گونه ای نیز بین ۴/۳۲ الی ۷/۶۰ متغیر بوده و حداقل در سال ۱۳۸۵ و حداکثر در سال ۷۴-۱۳۷۳ برآورد شد. حداقل و حداکثر تعداد گونه ها در سالهای مذکور بترتیب ۱۸۲ گونه (در سال ۷۴-۱۳۷۳) و ۹۴ گونه (در سال ۱۳۸۵) ملاحظه گردید (شکل ۳۰-۳).

شاخص تنوع گونه ای شانون فیتوپلانکتون در سه منطقه غرب، میانی و شرق در سالهای قبل از ورود شانه دار بین ۱/۶۳ و ۲/۶۳ بترتیب در غرب و شرق برآورد شد. مقدار شاخص یکنواختی نیز در منطقه شرق (۰/۵۱) بیشتر از منطقه غرب (۰/۳۰) بود. در سالهای بعد از ورود شانه دار تغییرات هر دو شاخص در سه منطقه بسیار اندک بود (شکل ۳۱-۳).



شکل ۳۰-۳- تغییرات شاخص بیولوژیک (شاخص شانون - وینر) و شاخص یکنواختی (Species Evenness)

فیتوپلاتکتون در سواحل ایرانی دریای خزر در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵



شکل ۳-۳۱- تغییرات شاخص بیولوژیک (شاخص شانون - وینر) و شاخص یکنواختی (Species Evenness) فیتوپلانکتون در مناطق مختلف سواحل ایرانی دریای خزر (بالا قبل از ورود شانه دار و پائین بعد از ورود شانه دار).

۳-۳- زئوپلانکتون

در مجموع در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ تعداد ۶۷ گونه و زیر گونه از زئوپلانکتون و موجوداتی از گروه Cirripedia, Osteracoda, Medosa مشاهده شد (جدول ۳-۳).

همانطوریکه در جدول ۳-۳ نشان داده شده گونه های ذیل دارای فراوانی نسبتا زیاد و یا در همه سالها یعنی قبل و

بعد از ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر بودند:

Acartia tonsa
Podon polyphemoides
Tintinnopsis sp
Foraminifera sp
Lamellibranchiata sp
Asplanchna sp
Osteracoda
Cirripedia

برخلاف فیتوپلانکتون موجودات زیادی از زئوپلانکتون فقط در قبل از ورود شانه دار در نمونه ها وجود داشته و

ثبت شدند که بشرح ذیل می باشند:

Limnocalanus grimaldii, Calanipeda aquae dulcis, Podon intermedius, Podonevadne tringona typical, Podonevadne tringona intermedia, Podonevadne tringona rotundata, Podonevadne tringona pusilla, Podonevadne comptonix typical, Podonevadne comptonix similes, Podonevadne comptonix orthonyx, Podonevadne angusta, Podonevadne comptonix attenuate, Podonevadne comptonix kajdakensis, Podonevadne comptonix podonoides, Podonevadne comptonix macronyx, Podonevadne comptonix sp, Podonevadne comptonix hamulus, Ceropagis longiventeris, Ceropagis pengoi, Ceropagis gracillima, Ceropagis socialis, Ceropagis prolong, Ceropagis micronyx, Evadne anonyx typical, Evadne anonyx deflexa
Synchaeta sp, Evadne anonyx prolongata, Podonevadne angusta, Tintinnopsis tubulosa, Tintinnopsis cylindrat, Zoothanium pelagicum, Codonella relicata, Diffugia sp, Arcella sp, Medusa, Hydracoryne, Rhithropanopeus larvae, Asplanchna priodonta, Evadne anonyx prodaenta

ولی تقریبا هیچ گونه جدیدی بعد از ورود شانه دار در نمونه ها دیده نشد و تعداد گونه ها در این دوره بشدت

کاهش یافت (جدول ۳-۳)

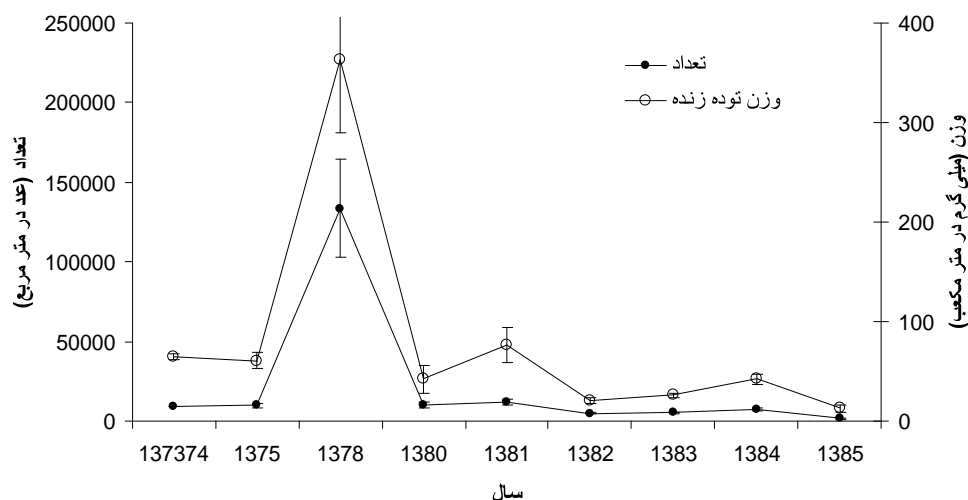
جدول ۳-۳ ترکیب گونه های زئوپلانکتونی در سالهای مختلف خط عمود وسط جدول قبل (قبل از سال ۱۳۷۹) و بعد از (بعد از سال ۱۳۷۹) ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر را نشان می دهد. ستاره ها برترتیب یک ستاره تراکم کم و سه ستاره تراکم خیلی زیاد را نشان می دهند.

| گونه | 137374 | 1375 | 1378 | 1380 | 1381 | 1382 | 1383 | 1384 | 1385 |
|--|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Acartia tonsa</i> | *** | *** | *** | | *** | *** | *** | *** | *** |
| <i>Limnocalanus grimaldii</i> | ** | ** | * | | | | | | |
| <i>Calanipeda aquae dulcis</i> | | ** | *** | | | | | | |
| <i>Eurytemora grimaldi & minor</i> | | *** | ** | | | | | * | |
| <i>Halicyclops sarsi</i> | | ** | ** | | | * | * | | |
| <i>Polyphemus exiguus</i> | | ** | * | | | | | | |
| <i>Podon polyphemoides</i> | | ** | ** | | ** | ** | ** | ** | ** |
| <i>Podon intermedius</i> | * | | | | | | | | |
| <i>Podonevadne tringona typica</i> | | ** | ** | | | | * | | |
| <i>Podonevadne tringona intermedia</i> | | * | * | | | | | | |
| <i>Podonevadne tringona rotundata</i> | | * | * | | | | | | |
| <i>Podonevadne tringona pusilla</i> | | | * | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix typica</i> | ** | | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix similis</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix orthonyx</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix hamulus</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix attenuata</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix kajdakensis</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix podonoides</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix macronyx</i> | ** | | | | | | | | |
| <i>Podonevadne comptonix sp</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Podonevadne angusta</i> | | ** | | | | | | | |
| <i>Ceropagis longiventeris</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Ceropagis pengoi</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Ceropagis gracillima</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Ceropagis socialis</i> | | * | | | | | | | |
| <i>Ceropagis prolargata</i> | | * | | | | | | | |

100
99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
69
68
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
49
48
47
46
45
44
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

[illegible]

مکعب در سال ۱۳۸۴ و ۲۰/۵۳ میلی گرم در متر مکعب در سال ۱۳۸۲ و حداکثر بترتیب ۱۳۳۶۲/۹ عدد و ۳۶۳/۸ میلی گرم در متر مکعب در سال ۱۳۷۸ مشاهده گردید (شکل ۳۲-۳، ضمیمه ۳ جداول ۱ و ۲). افزایش تعداد و وزن توده زنده زئوپلانکتون در سال ۱۳۷۸ بسیار زیاد و چشم گیر می باشد.



شکل ۳۲-۳- میانگین \pm خطای معیار) تعداد و توده زنده کل زئوپلانکتون در سواحل ایرانی دریای خزر (۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵)

شکل ۳۳-۳ روند تغییرات میانگین تعداد و وزن توده زنده کل زئوپلانکتون در دو دروه قبل و بعد از ورود شانه دار در دریای خزر را در اعماق مختلف را نشان می دهد. بر اساس این نتایج در قبل از ورود شانه هم تعداد و هم وزن توده زنده زئوپلانکتون تقریباً در تمام ایستگاه های با اعماق مختلف (به خصوص در مناطق با عمق کم) بیشتر از دوره دوم بود (شکل ۳۳-۳). در عمق ۲ متر میانگین تعداد در دوره اول و دوم بترتیب ۲۳۳۳۹۳/۲ و ۲۰۵۴۲/۸ عدد در متر مکعب و وزن توده زنده بترتیب ۴۸۹/۳۹ و ۴۶/۱۲ میلی گرم در متر مکعب برآورد شد. در عمق ۱۰۰ متر نیز تعداد از ۷۳۷۴/۵ به ۲۰۱۱/۲ عدد در متر مکعب و وزن توده زنده از ۵۵/۱۶ به ۱۱/۳۳ میلی گرم در متر مکعب کاهش یافت (ضمیمه ۳، جداول ۳ و ۴).

تغییرات میانگین تعداد و بیوماس زئوپلانکتون در فصول مختلف (شکل ۳۴-۳) نشان میدهد که تفاوت های فاحشی بین میانگین تعداد و وزن زنده در فصول مختلف در دو دوره در قبل و بعد از ورود شانه دار در دریای خزر وجود دارد. این تفاوتها در دو فصل تابستان و پائیز بسیار زیاد می باشد. در قبل ورود شانه دار تعداد آنها در دو فصل فوق

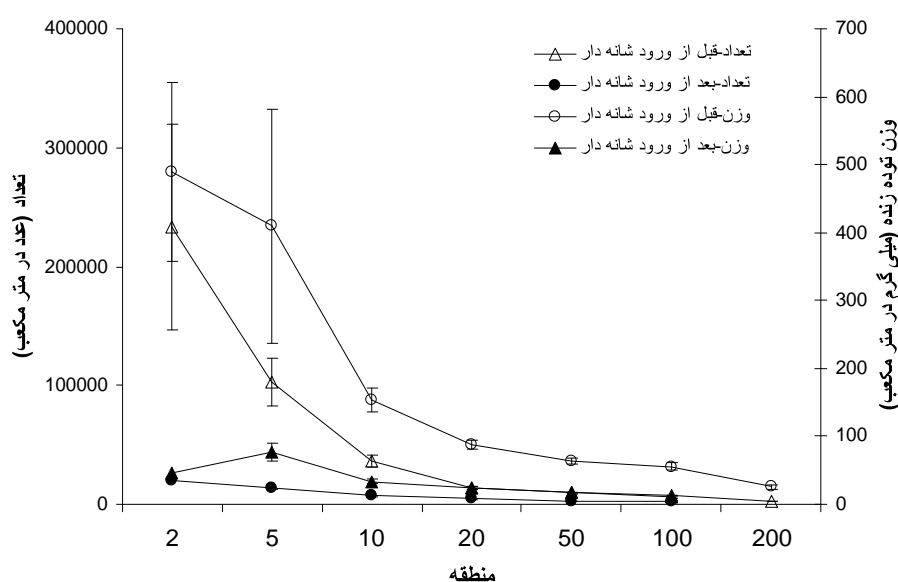
بترتیب ۴۷۸۶۷/۸ و ۴۳۵۲۳/۴ که به ۲۷۸۳/۰ و ۵۷۷۷/۲ عدد در متر مکعب در دوره دوم کاهش یافت. وزن توده زنده

نیز بترتیب ۱۷۷/۸۱ و ۱۵۷/۸۳ به ۲۵/۲۹ و ۲۱/۵۷ میلی گرم در لیتر رسید (ضمیمه ۳، جداول ۵ و ۶).

تغییرات میانگین تعداد و بیوماس زئوپلانکتون در سه منطقه غرب، میانی و شرق نیز نشان می دهد که در دوره اول مقادیر آنها خیلی بیشتر از مرحله دوم بود (شکل ۳-۳۵). این اختلافات در منطقه غرب بسیار فاحش می باشد.

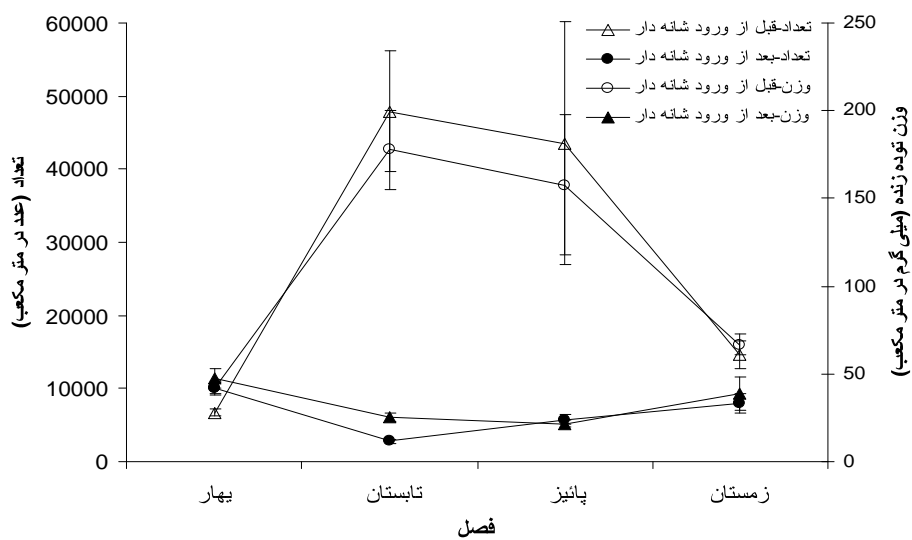
میانگین تعداد و وزن توده زنده در این منطقه در قبل از ورود شانه دار بترتیب ۵۸۲۷۰/۸ و ۲۰۰/۰۶ به ۵۶۶۵/۳

عدد در متر مکعب و ۳۴/۵۸ میلی گرم در متر مکعب در دوره کاهش یافت (ضمیمه ۳، جداول ۷ و ۸).

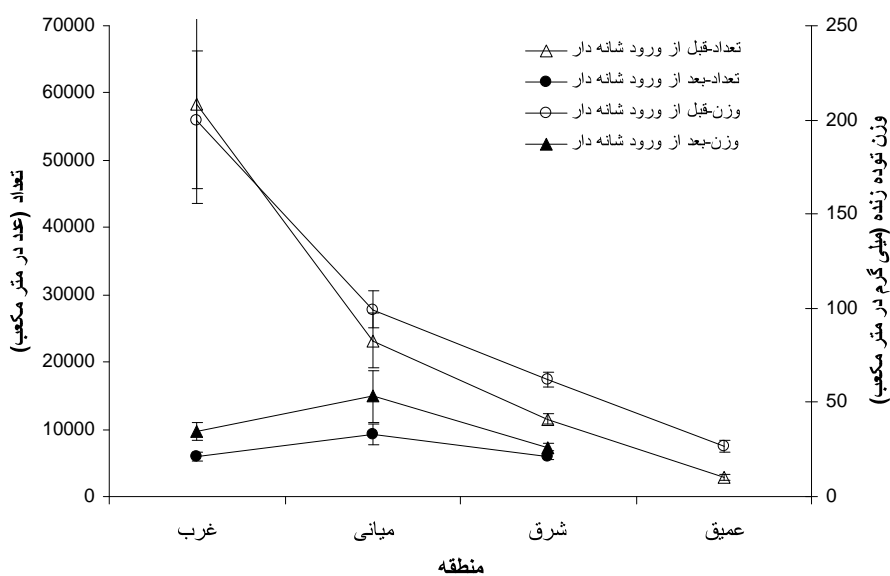


شکل ۳-۳۳ - تغییرات میانگین تعداد و وزن توده زنده کل زئوپلانکتون در اعماق مختلف در دو دوره قبل و بعد از

ورود شانه دار در دریای خزر



شکل ۳-۳۴ - تغییرات میانگین تعداد و وزن توده زنده کل زئوپلانکتون در فصول مختلف در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار به دریای خزر



شکل ۳-۳۵ - تغییرات میانگین وزن توده زنده و تعداد کل زئوپلانکتون در مناطق مختلف در دوره قبل و بعد از ورود شانه دار در دریای خزر.

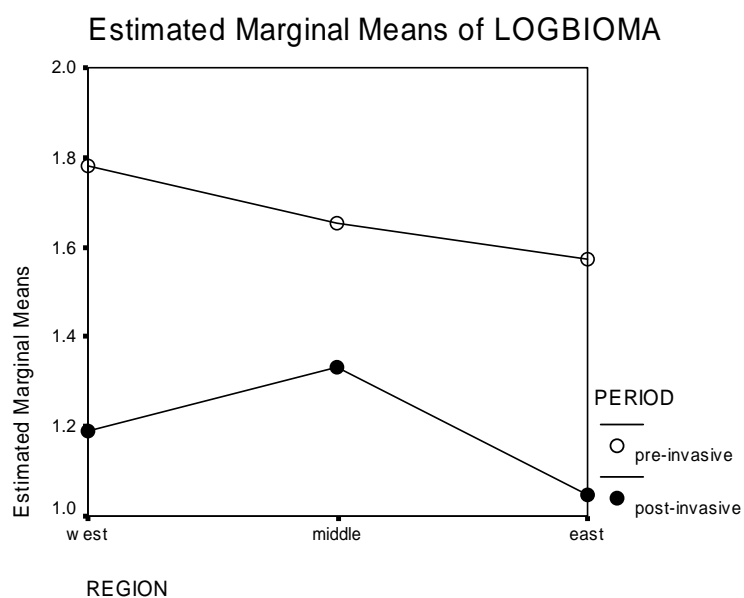
مقایسه میانگین توده زنده زئوپلانکتون در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر در سه منطقه غرب، میانی و شرق و در چهار فصل سال نشان می دهد که بین دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار و چهار فصل و سه منطقه اختلاف معنی داری وجود دارد (بترتیب $P<0.001$ ، $P<0.008$ و $P<0.001$). اثرات متقابل بین دو دوره - فصول مختلف، دو دوره - مناطق مختلف، سه منطقه - فصول معنی دار است ($P<0.015$ ، $P<0.001$) و $P<0.013$. ولی اثرات متقابل بین دو دوره و سه منطقه وجود ندارد ($P<0.271$). (جدول ۳-۴ و شکل های ۳-۳۶ الی ۳-۳۸).

جدول ۳-۴ - آنالیز واریانس سه طرفه در دو سطح دوره، سه سطح منطقه و چهار فصل سال لگاریتم بیوماس بر حسب میلی گرم در متر مکعب زئوپلانکتون
Tests of Between-Subjects Effects

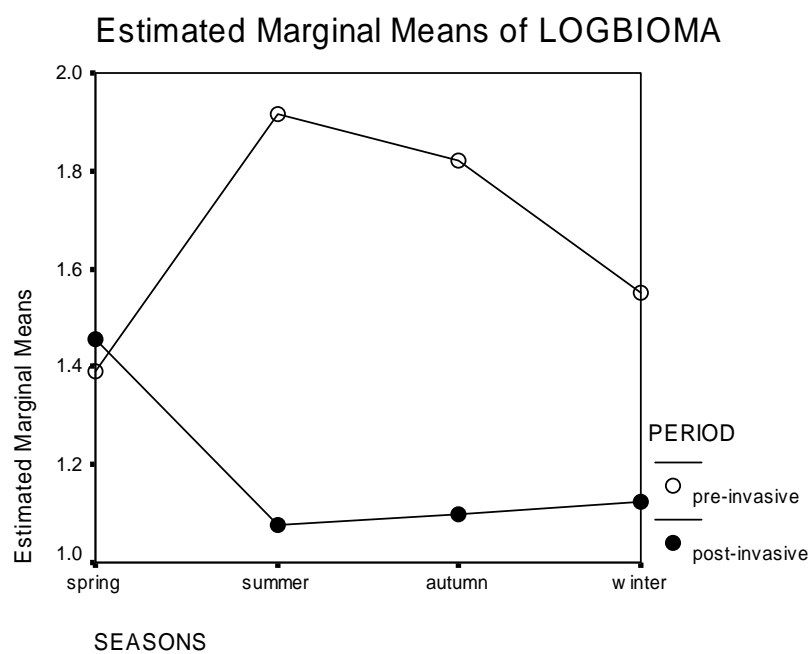
Dependent Variable: LOGBIOMA

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---------------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 177.656 ^a | 23 | 7.724 | 21.748 | .000 |
| Intercept | 2319.438 | 1 | 2319.438 | 6530.650 | .000 |
| PERIOD | 65.328 | 1 | 65.328 | 183.938 | .000 |
| SEASONS | 4.207 | 3 | 1.402 | 3.948 | .008 |
| REGION | 10.239 | 2 | 5.120 | 14.415 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 35.151 | 3 | 11.717 | 32.991 | .000 |
| PERIOD * REGION | 3.010 | 2 | 1.505 | 4.237 | .015 |
| SEASONS * REGION | 5.761 | 6 | .960 | 2.704 | .013 |
| PERIOD * SEASONS * REGION | 2.694 | 6 | .449 | 1.264 | .271 |
| Error | 522.798 | 1472 | .355 | | |
| Total | 3875.002 | 1496 | | | |
| Corrected Total | 700.455 | 1495 | | | |

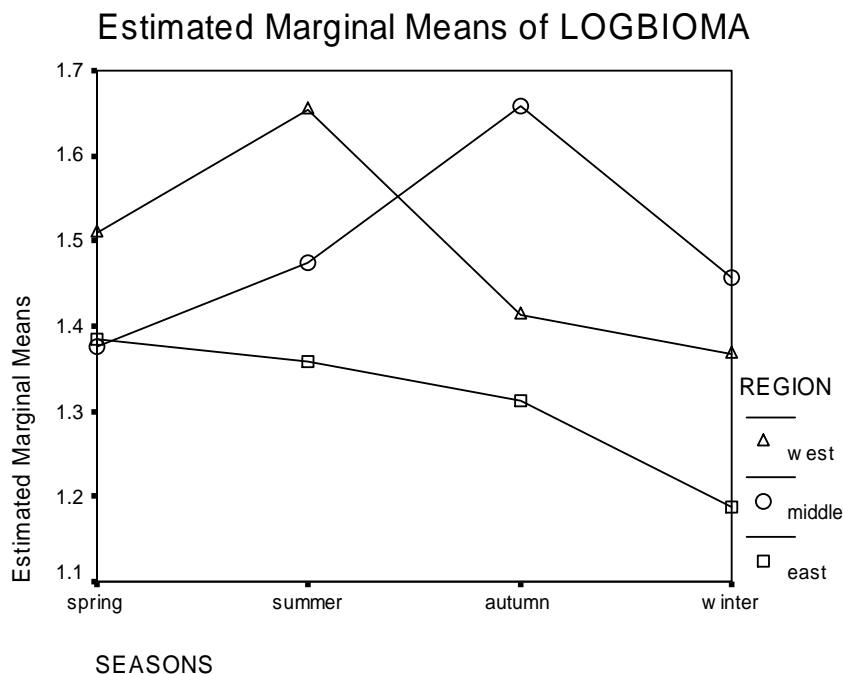
a. R Squared = .254 (Adjusted R Squared = .242)



شکل ۳-۳۶ - اثرات متقابل بیوماس زئوپلانکتون بین سه منطقه در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه



شکل ۳-۳۷ - اثرات متقابل بیوماس زئوپلانکتون بین چهار فصل در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه



شکل ۳۸-۳ اثرات متقابل بیوماس زئوپلانکتون بین چهار فصل و سه منطقه غرب، میانی و شرق

زئوپلانکتونهای شناسائی شده به گروههای ذیل تعلق دارند:

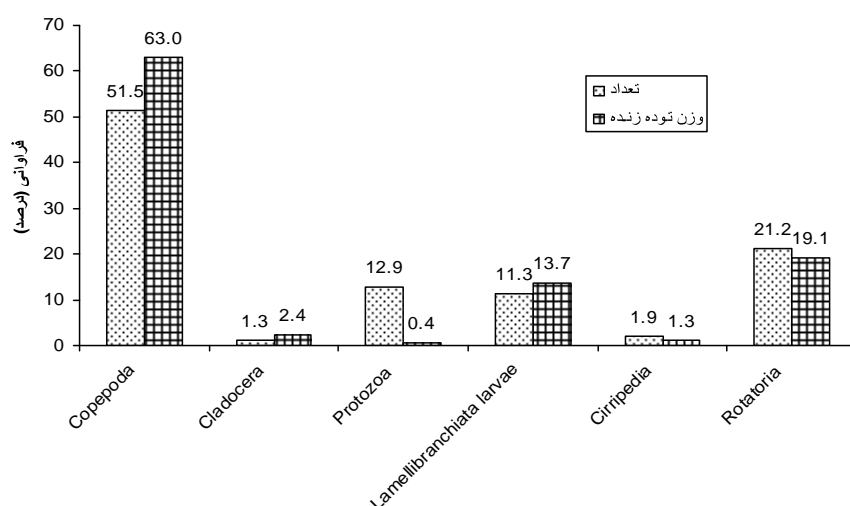
Copepoda, Cladocera, Protozoa, Lamellibranchia larvae, Cirripedia and Rotatoria

Copepoda هم از نظر تعداد و هم از نظر وزن توده زنده دارای بیشترین فراوانی و بترتیب ۵/۵۱ و ۰/۶۳ درصد از کل زئوپلانکتون را بخود اختصاص می دهند (شکل ۳۹-۳). سپس Rotatoria دارای بیشترین فراوانی می باشد (بترتیب ۲۱/۲ و ۱۹/۱ درصد). در سالهای مختلف نیز دو گرو Copepoda و Rotatoria بیشترین فراوانی را دارا بودند (شکل ۴۰-۳) ولی فقط در سال ۱۳۸۵ Copepoda و Lamellibranchia غالب بودند.

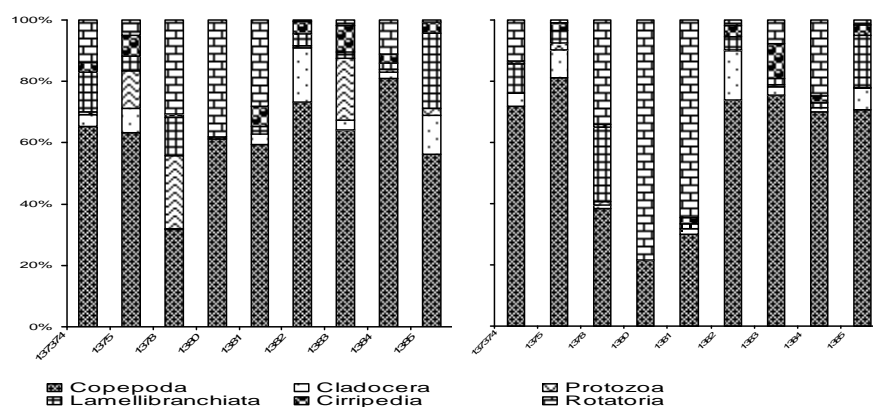
شکل شماره ۴۱-۳ میانگین تعداد و وزن توده زنده هر یک از شاخه ها را در سالهای مورد مطالعه نشان میدهد. بر اساس نتایج بدست آمده حداقل میانگین تعداد برابر ۵/۲۲ عدد در متر مکعب در سال ۱۳۸۱ و حداقل میانگین توده زنده برابر ۰/۰۱ میلی گرم در متر مکعب متعلق به Protozoa در سال ۱۳۸۴ برآورد شده است. همچنین حداکثر تعداد و وزن بترتیب ۴۹۰۲۴/۶ عدد و ۱۵۴/۰۰ میلی گرم در متر مکعب متعلق Copepoda در سال ۱۳۷۸ مشاهده شد (ضمیمه ۳ جداول ۹ و ۱۰).

در مناطق ساحلی اعماق تا ده متر Copepoda، Rotatoria و Lamellibranchia غالب هستند ولی در مناطق عمیق اغلب فقط Copepoda غالب می باشند (شکل ۴۲-۳) (ضمیمه ۳ جداول ۱۱ و ۱۲).

بر اساس نتایج بدست آمده از نظر تعداد، در فصل بهار Copepoda، تابستان Copepoda، Cladocera، Lamellibranchia larvae and Rotatoria در فصل پائیز Copepoda، Rotatoria و Protozoa و در فصل زمستان Copepoda و Rotatoria غالب بودند. ولی از نظر وزن توده زنده در فصل بهار Copepoda، در فصل تابستان Copepoda و Lamellibranchia و در دو فصل پائیز و زمستان Copepoda و Rotatoria برتری داشتند (شکل ۴۳-۳ و ضمیمه ۳ جداول ۱۳ و ۱۴).

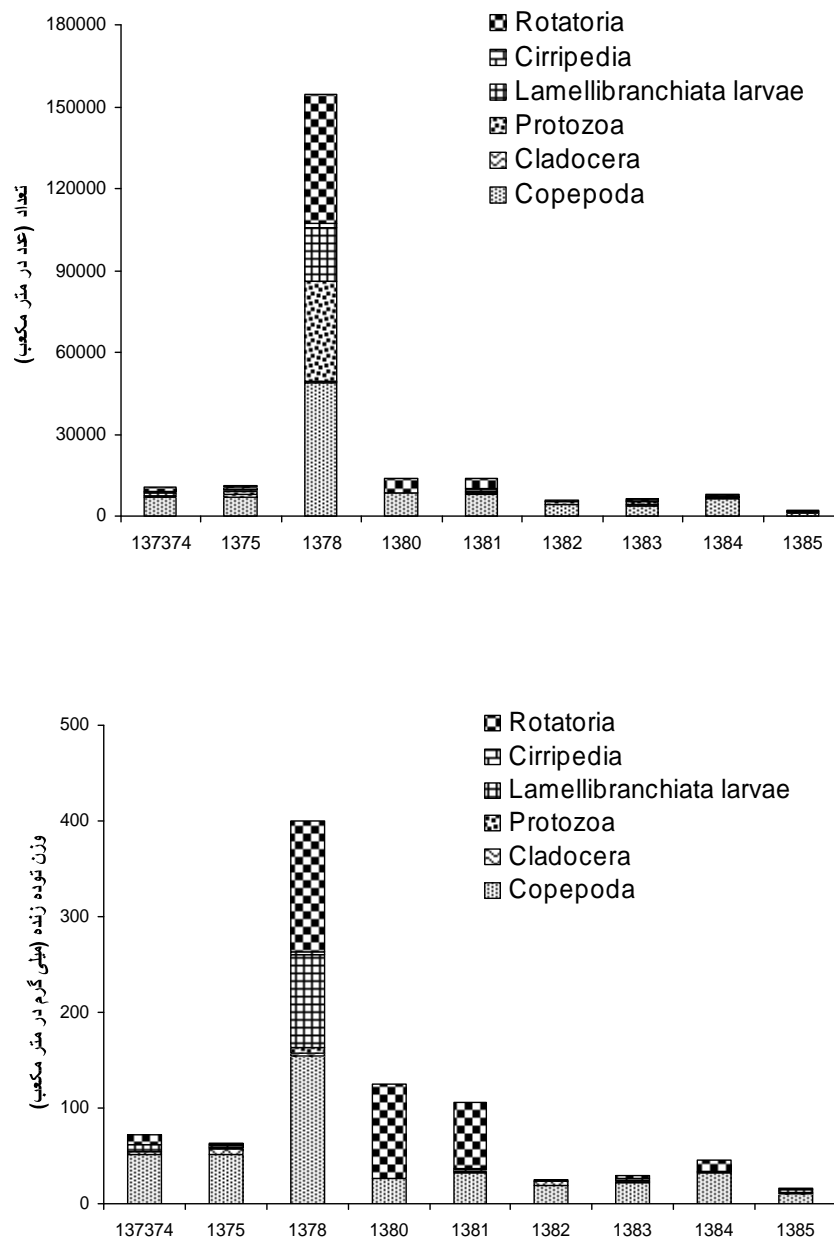


شکل ۳۹-۳ فراوانی تعداد و وزن توده زنده هر یک از شاخه ها زئوپلانکتون در سواحل ایرانی دریای خزر



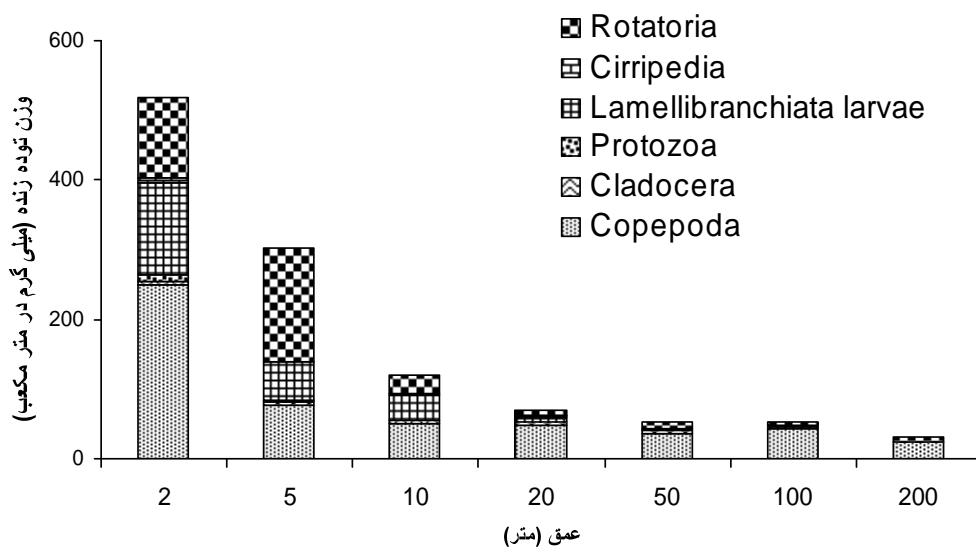
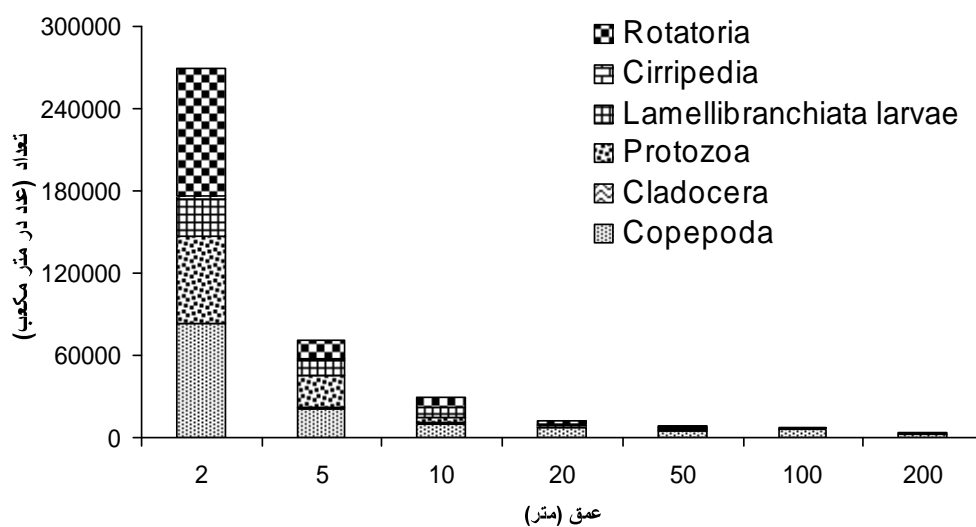
شکل ۴۰-۳ فراوانی تعداد (سمت چپ) و وزن توده زنده (سمت راست) هر یک از شاخه های مختلف زئوپلانکتونی

در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ بر حسب درصد در سواحل ایرانی دریای خزر



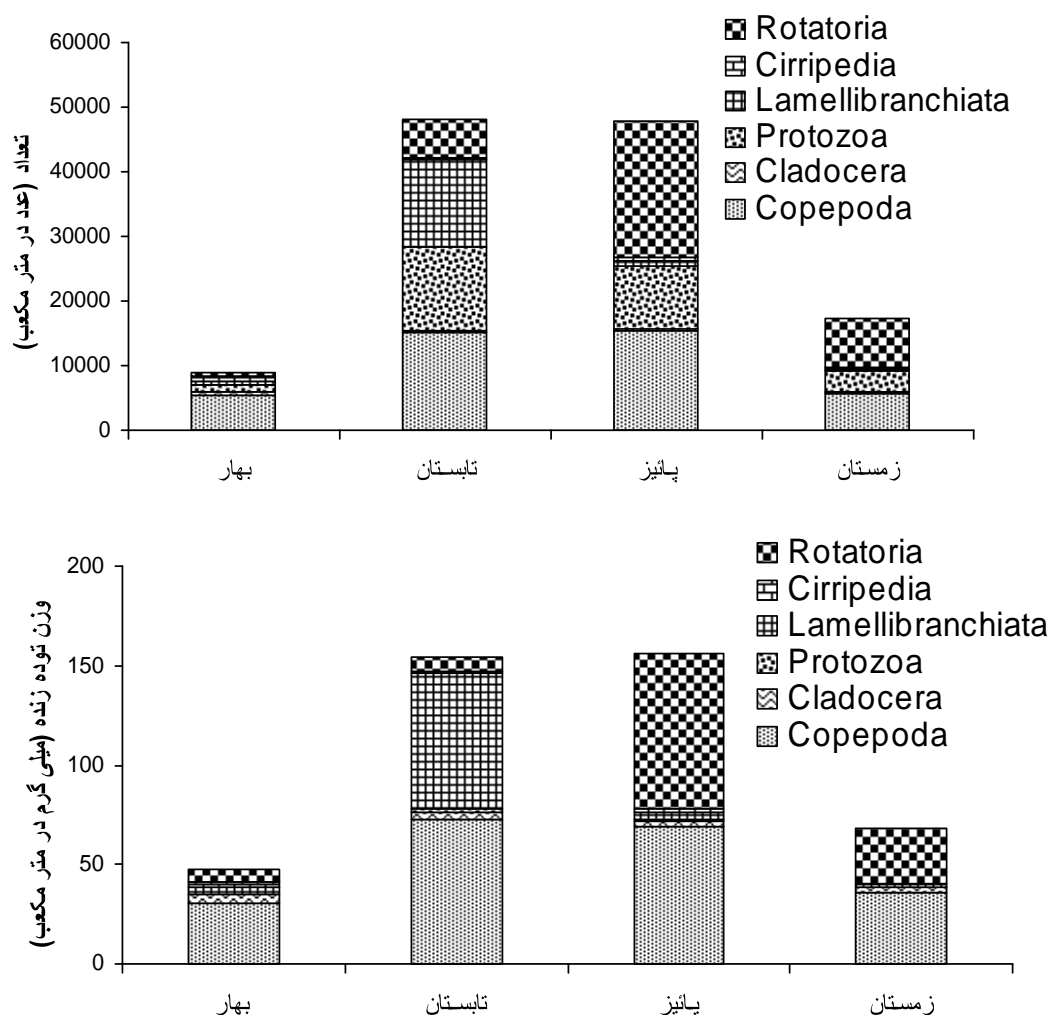
شکل ۴۱-۳- میانگین تعداد (بالا) و وزن توده زنده گروههای مختلف زئوپلانکتون در طی سالهای ۸۵-۱۳۷۳ در

سواحل ایرانی دریای خزر



شکل ۳-۴۲ میانگین تعداد (بالا) و وزن توده زنده گروههای مختلف زئوپلانکتون در ایستگاه های با اعماق مختلف

در سواحل ایرانی دریای خزر



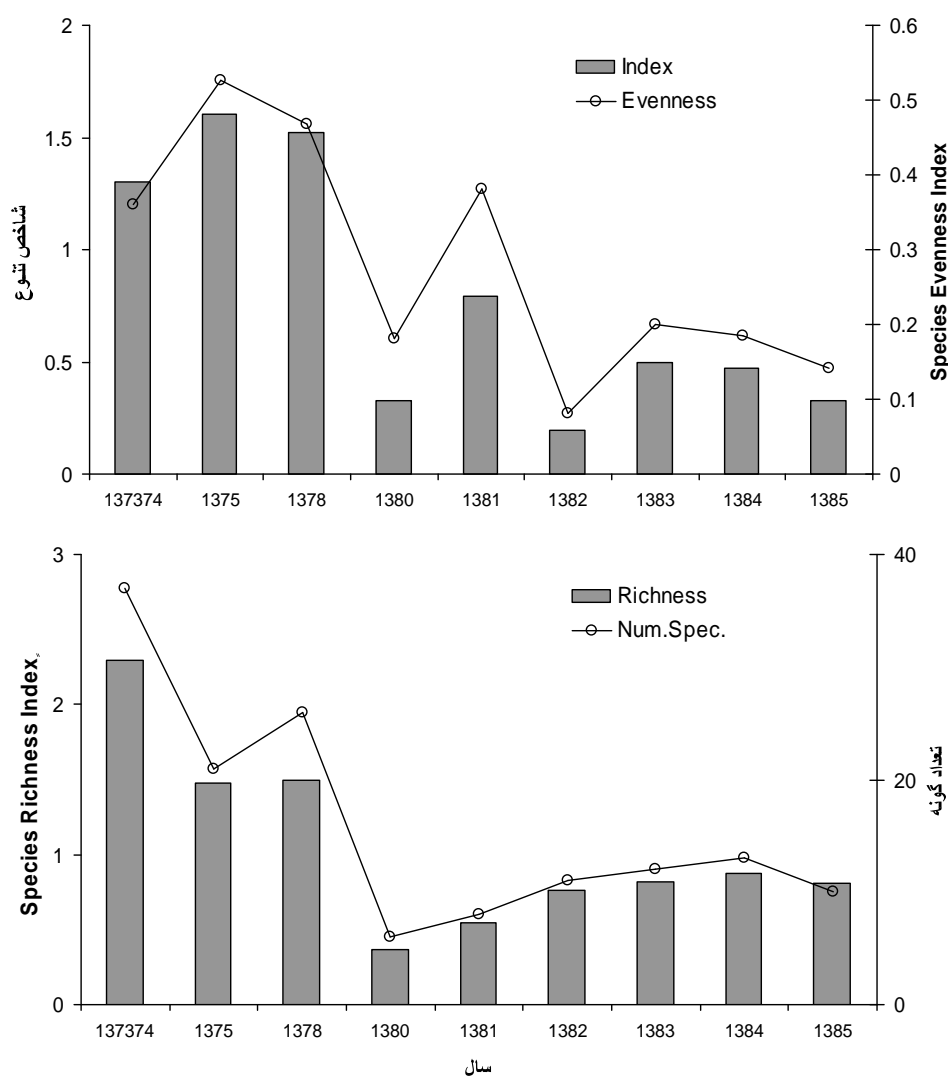
شکل ۴۳-۳ میانگین تعداد (بالا) و وزن توده زنده گروههای مختلف زئوپلانکتون در فصول مختلف در سواحل ایرانی دریای خزر

تنوع گونه ای

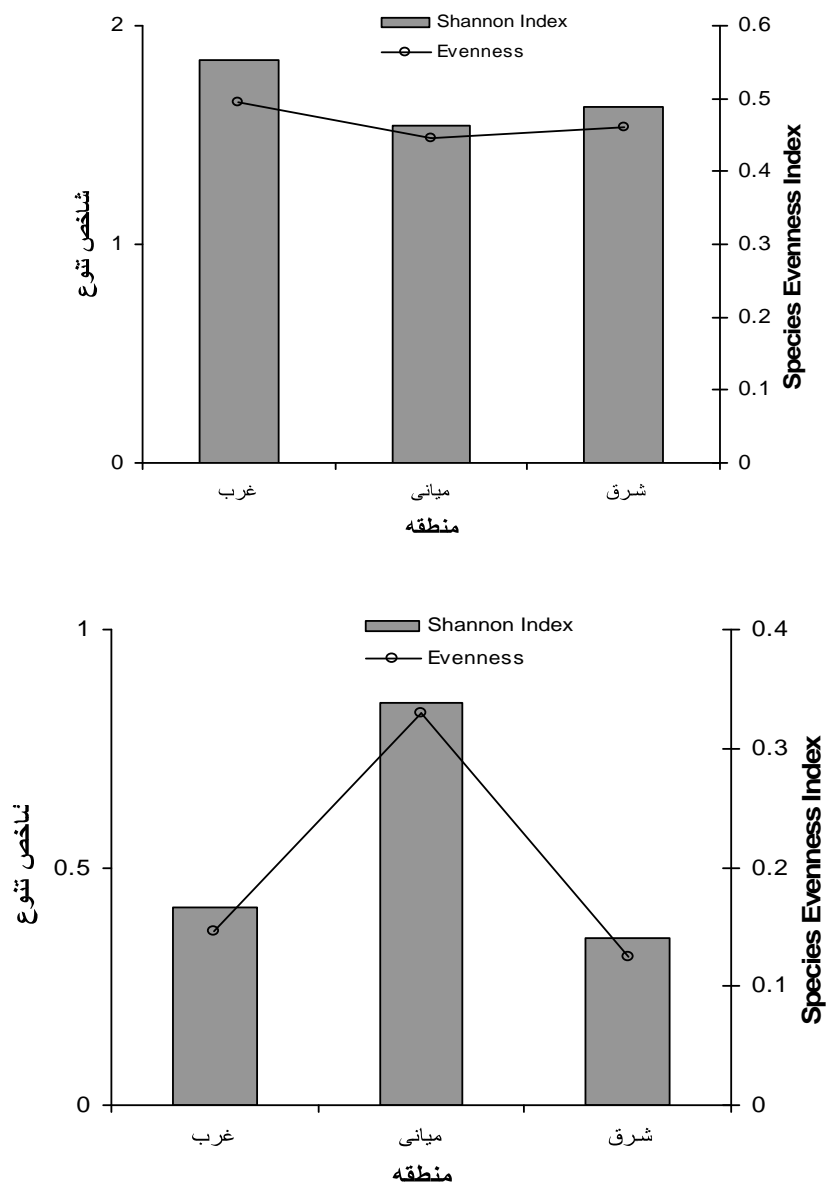
شاخص تنوع گونه ای شانون - وینر زئوپلانکتون در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ بین ۰/۱۹ و ۱/۶۰ در نوسان بود. حداقل شاخص فوق در سال ۱۳۸۲ و حداکثر مقدار آن در سال ۱۳۷۵ مشاهده شد. حداقل شاخص یکنواختی (۰/۰۸) در سال ۱۳۸۲ و حداکثر این شاخص (۰/۵۳) در سال ۱۳۷۵ بود (شکل ۴۴-۳).

غنای گونه ای نیز بین ۰/۳۷ الی ۲/۲۹ متغیر بوده و حداقل در سال ۱۳۸۰ و حداکثر در سال ۱۳۷۴ برآورد شد. حداقل و حداکثر تعداد گونه ها در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ بترتیب ۳۷ گونه (در سال ۷۴-۱۳۷۳) و ۶ گونه (در سال ۱۳۸۰) ملاحظه گردید (شکل ۴۴-۳).

شاخص تنوع گونه ای شانون - وینر زئوپلاتکتون در سه منطقه غرب، میانی و شرق در سالهای قبل از ورود شانه دار بین ۱/۵۴ و ۱/۸۴ به ترتیب در میانی و غرب برآورد شد. مقدار شاخص یکنواختی نیز حداقل در منطقه میانی (۰/۴۴۶) و حداکثر در منطقه غرب (۰/۴۹۶) بود. در سالهای بعد از ورود شانه دار حداقل و حداکثر شاخص تنوع گونه ای شانون به ترتیب ۰/۳۵۳ (در شرق) و ۰/۸۴۷ (در میانی) و شاخص یکنواختی نیز به ترتیب ۰/۱۲۵ (شرق) و ۰/۳۳۰ (میانی) برآورد شد (شکل ۳-۴۵).



شکل ۳-۴۴ - تغییرات شاخص بیولوژیک (شاخص شانون - وینر) و شاخص یکنواختی زئوپلاتکتون در سواحل ایرانی دریای خزر در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵



شکل ۴۵-۳- تغییرات شاخص بیولوژیک (شاخص شانون - وینر) و شاخص یکنواختی زئوپلانکتون در مناطق مختلف سواحل ایرانی دریای خزر (بالا قبل از ورود شانه دار و پائین بعد از ورود شانه دار).

۴-۳ - کفزیان

در جدول ۳-۵ ترکیب گونه ای و یا گروههای مختلف بنتیک که در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ مشاهده گردیدند آورده شده است. همانطوریکه ملاحظه می گردد موجودات زیر در دو دوره قبل و بعد از حضور شانه دار در دریای خزر با تراکم نسبتا زیاد وجود داشتند:

Abra ovata, *Cardidae*, *Dreissenidae*, *Nereis diversicolor*, *Hypaniola kawalesuski*, *Oligochaeta*

ولی بعضی از موجودات بنتیک که قبل از ورود شانه دار دارای تراکم نسبتا زیادی بودند فراوانی آنها بعد از ورود شانه دار بشدت کاهش یافت:

Balanus spp, *Schizorhynchus endorelloides*, *Stenocuma diastylodes*, *Pterocuma pectinata*, *Chironomidae*

همچنین *Paraphypania brevipinis* که قبل از حضور شانه دار دارای تراکم کم بود بعد از حضور شانه دار تراکم آن افزایش چشم گیری داشته است.

ولی موجودات زیادی قبل از حضور شانه دار وجود داشتند که در دوره بعد در نمونه ها اصلا دیده نشدند شامل: *Rhithropanopeus harrasii*, *Mytilaster lineatus*, *Niphargoides derzharini*, *Niphargoides aequumanus*, *Derzhavincella macrurus*, *Pandorites podoceroideis*, *Pontoporeia affinis*, *Gmlinia tuberculata*, *Gmelinorsis aurita*, *Gammarus paxi*, *Caspicola knipovitch*, *Axebaeskia spinosa*, *Corophium nobile*, *Corophium spinolosum*, *Corophium volutator*, *Corophium chelicorne*, *Corophilum monodon*, *Corophilum robustum*, *Corophilum mucronatum*, *Stenocuma grasiloides*, *Plerocuma sowinsky*, *Plerocuma rostrata*, *Schizorhynchus bilamellatus*, *Pseudocuma cercaroides*, *Manayankia caspia*, *Hypanic invalida*

و فقط دو گونه *Cardiophilus baeri* و *Stenocuma tenuicauda* در دوره دوم یعنی بعد از حضور شانه دار با تراکم بسیار کم مشاهده شدند (جدول ۳-۵).

جدول ۳-۵ ترکیب گونه ها و گروههای مختلف بنتیک در سالهای مختلف. خط عمود وسط جدول دو دوره قبل (قبل از سال ۱۳۷۹) و بعد از (بعد از سال ۱۳۷۹) حضور شانه دار مهاجم در دریای خزر را مجزا می کند. ستاره ها بترتیب یک ستاره تراکم کم و سه ستاره تراکم خیلی زیاد را نشان میدهند.

| بنتوز | سال | | | | | |
|---------------------------------|---------|------|---------|------|------|------|
| | ۱۳۷۳-۷۴ | ۱۳۷۵ | ۱۳۸۱-۸۲ | ۱۳۸۳ | ۱۳۸۴ | ۱۳۸۵ |
| <i>Abra ovata</i> | *** | *** | *** | ** | * | * |
| <i>Balanus spp</i> | *** | *** | *** | ** | *** | *** |
| <i>Rhithropanopeus harrasii</i> | ** | ** | * | | | * |
| <i>Cerastoderma lamarskii</i> | *** | *** | | | *** | *** |
| <i>Dreissena sp</i> | *** | ** | | | | |
| <i>Mytilaster lineatus</i> | * | ** | | | ** | |
| <i>Niphargoides caspius</i> | *** | *** | ** | * | | |
| <i>Niphargoides grimmi</i> | *** | *** | ** | | | |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Niphargoides campersus</i> | *** | *** | ** | ** | | ** |
| <i>Niphargoides derzharini</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Niphargoides compactus</i> | ** | ** | | | | * |
| <i>Niphargoides carasus</i> | ** | ** | | | | |
| <i>Niphargoides similis</i> | *** | * | ** | ** | | |
| <i>Niphargoides motasi</i> | * | ** | | | | |
| <i>Niphargoides aequumanus</i> | ** | ** | | | | |
| <i>Derzhavincella macrurus</i> | *** | *** | ** | * | | |
| <i>Pandorites podoceroideis</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Pontoporeia affinis</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Amathilina cristata</i> | *** | *** | | * | | ** |
| <i>Gmlinia tuberculata</i> | ** | *** | | | | |
| <i>Gmelinorsis aurita</i> | ** | *** | | | | |
| <i>Gammarus paxi</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Caspicola knipovitch</i> | ** | ** | | | | |
| <i>Dikerrogammarus baeri</i> | * | | | | | |
| <i>Cardiophilus baeri</i> | * | ** | | | * | ** |
| <i>Zernovia volgensis</i> | * | * | | | | |
| <i>Axebaeskia spinosa</i> | * | * | | | | |
| <i>Behningiella brachypus</i> | * | . | | | | |
| <i>Niphargoides borodini</i> | * | * | | | | |
| <i>Pontogammarus sp.</i> | | | | * | | |
| <i>Corophium nobile</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Corophium spinolosum</i> | *** | *** | * | | | |
| <i>Corophium volutator</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Corophium chelicorne</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Corophilum monodon</i> | ** | *** | | | | |
| <i>Corophilum robustum</i> | ** | | * | | | |
| <i>Corophilum mucronatum</i> | | ** | | | | |
| <i>Stenocuma grasiloides</i> | *** | *** | ** | ** | | |
| <i>Stenocuma gracilis</i> | *** | *** | . | ** | ** | * |
| <i>Stenocuma diastylodes</i> | *** | *** | ** | | *** | ** |
| <i>Pterocuma pectinata</i> | *** | *** | ** | ** | ** | ** |
| <i>Plerocuma sowinsky</i> | *** | *** | ** | * | | |
| <i>Plerocuma rostrata</i> | *** | *** | | | | |
| <i>Schizorhynchus endorelloides</i> | *** | *** | ** | ** | *** | *** |
| <i>Schizorhynchus bilamellatus</i> | *** | *** | * | | | |
| <i>Caspicum campylaspoide</i> | ** | ** | | | | |
| <i>Volacuma telmatophora</i> | ** | * | | | | |
| <i>Pseudocuma cercaroides</i> | *** | ** | | | | |
| <i>Carinacuma bierchti</i> | ** | ** | | | | |
| <i>Stenocuma tenuicauda</i> | | | | | *** | ** |
| <i>Caspicum kinipovitch</i> | *** | * | | | | |
| <i>Nereis diversicolor</i> | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| <i>Hypanic invalida</i> | *** | *** | * | . | ** | ** |
| <i>Hypaniola kawalesuski</i> | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| <i>Oligochaeta</i> | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

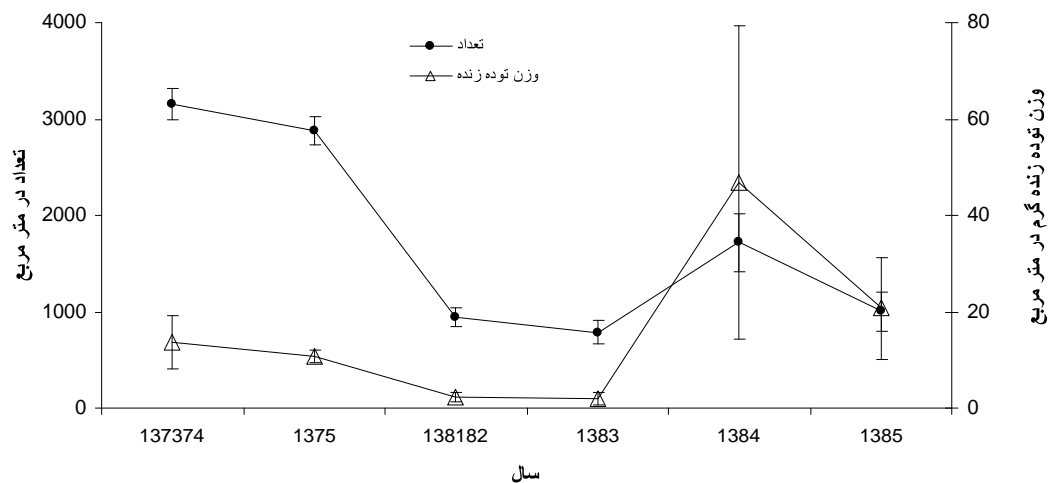
| | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Paraphypania brevipinis</i> | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| <i>Manayankia caspia</i> | ** | *** | | | | |
| <i>Chironomidae</i> | *** | *** | | | ** | ** |
| <i>Archaobla</i> | | | | | * | |

نتایج نشان می دهد که میانگین تعداد در متر مربع کل موجودات بنتیک در طی سالهای اولیه بسیار زیاد ولی وزن توده زنده آنها بسیار کم بود. بطوریکه میانگین تعداد در طی سالهای ۱۳۷۳-۷۴ و ۱۳۷۴-۷۵ به ترتیب ۳۱۴۹/۶ و ۲۸۷۹/۳ عدد در متر مربع و وزن توده زنده به ترتیب ۱۳/۷۴ و ۱۰/۸۴ گرم در متر مربع برآورد شد ولی در سالهای بعد فراوانی تعداد آنها بشدت کاهش یافت و در سال ۱۳۸۳ به حداقل یعنی ۷۸۵/۴ عدد در متر مربع رسید. برعکس وزن توده زنده در سالهای بعد روند افزایشی داشت بطوریکه در سال ۱۳۸۴ به حداکثر میزان خود یعنی ۷۷/۶۴ گرم در متر مربع برآورد شد (شکل ۴۶-۳ و ضمیمه ۴ جداول ۱ و ۲).

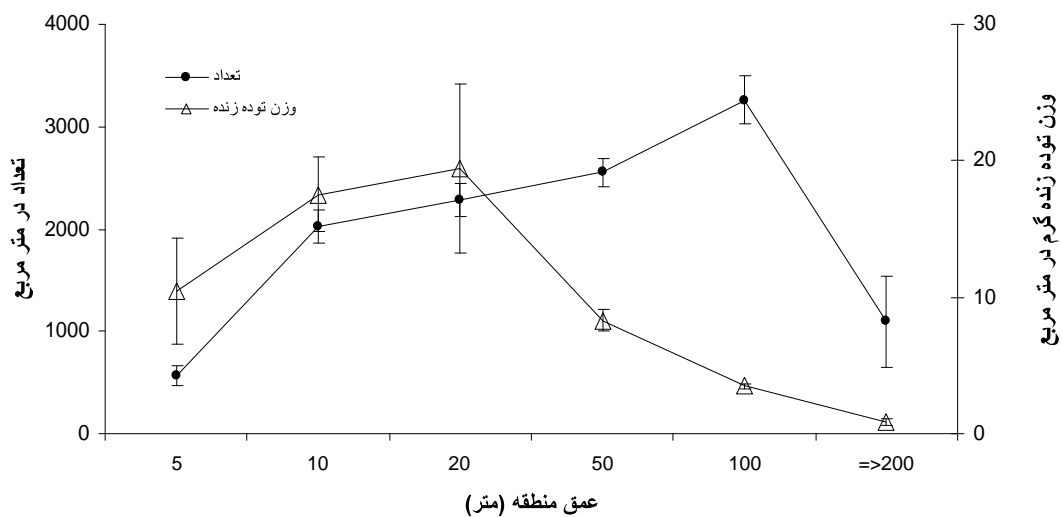
تغییرات تعداد و وزن توده زنده کل موجودات بنتیک با افزایش عمق ایستگاه کاملاً رابطه معکوسی دارند (شکل ۴۷-۳). داده ها نشان می دهند که با افزایش عمق تعداد موجودات کف بشدت کاهش می یابند. تعداد موجودات کف در عمق ۵ و ۱۰۰ متر به ترتیب برابر ۵۶۵/۰ و ۳۲۶۲/۱ عدد در متر در صورتیکه وزن توده زنده در همان دو عمق به ترتیب ۱۰/۴۵ و ۰/۸۳ گرم در متر مربع محاسبه شد (ضمیمه ۴ جداول ۳ و ۴).

بیشترین تعداد در واحد سطح موجودات بنتیک در فصل بهار (۲۹۴۳/۹ عدد در متر مربع) دیده شد ولی فصل تابستان کاهش یافته و به حداقل میزان خود یعنی ۱۷۰۸/۹ عدد در متر مربع رسید. در دو فصل پائیز و زمستان تعداد آنها روند افزایشی داشت (شکل ۴۸-۳). حداکثر میزان توده زنده نیز در فصل بهار برابر ۱۷/۴۰ گرم در متر مربع برآورد شد. ولی میزان توده زنده در سه فصل دیگر کاهش یافته و بین ۹/۲۳-۱۱/۶۵ گرم در متر مربع در نوسان بود (شکل ۴۸-۳؛ ضمیمه ۴ جداول ۵ و ۶).

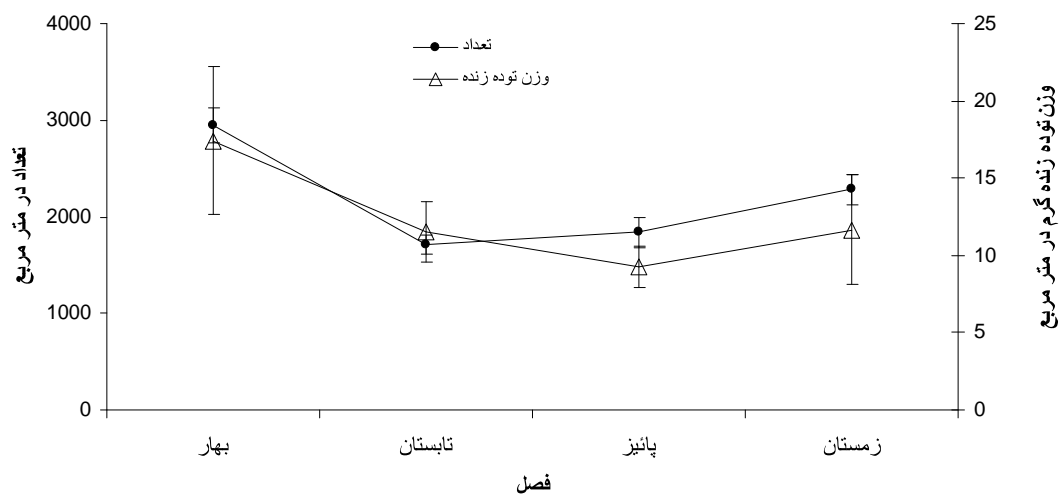
میانگین تعداد موجودات بنتیک از غرب به شرق روند افزایش دارد و از ۱۷۸۸/۳ عدد در متر مربع در غرب به ۳۰۴۹/۸ عدد در متر مربع در شرق افزایش می یابد (شکل ۴۹-۳). ولی وزن توده زنده روندی معکوس دارد و از ۱۶/۱۸ گرم در متر مربع به ۱۰/۲۶ گرم در متر مربع کاهش می یابد (شکل ۴۹-۳؛ ضمیمه ۴ جداول ۷ و ۸).



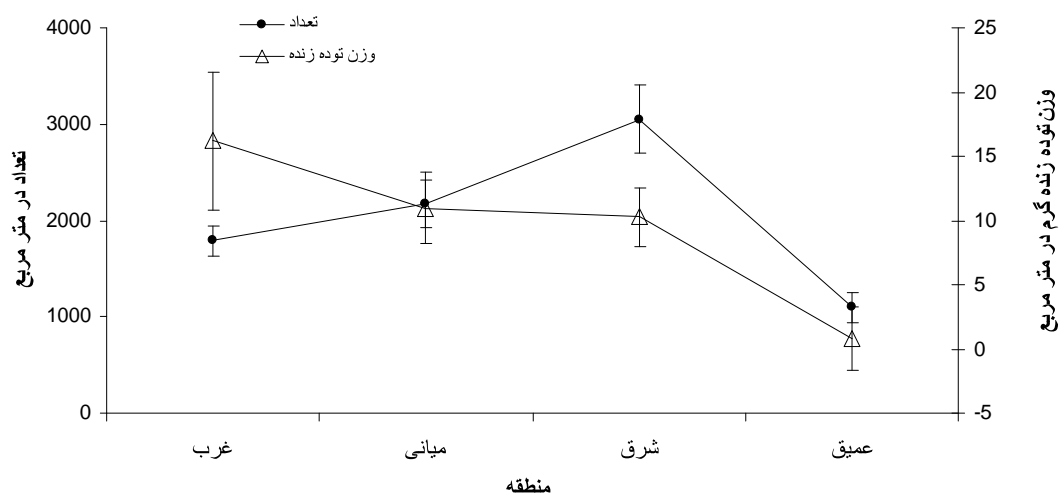
شکل ۳-۴۶ تغییرات میانگین (± خطای معیار) تعداد و وزن توده زنده کل موجودات بنتیک در سالهای مختلف در سواحل ایران در دریای خزر



شکل ۳-۴۷ تغییرات میانگین (± خطای معیار) تعداد و وزن توده زنده کل موجودات بنتیک در اعماق مختلف در سواحل ایران در دریای خزر



شکل ۳-۴۸ تغییرات میانگین (± خطای معیار) تعداد و وزن توده زنده کل موجودات بنتیک در فصول مختلف در سواحل ایران در دریای خزر



شکل ۳-۴۹ تغییرات میانگین (± خطای معیار) تعداد و وزن توده زنده کل موجودات بنتیک در مناطق مختلف در سواحل ایران در دریای خزر

مقایسه میانگین توده زنده در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر در سه منطقه غرب، میانی و شرق و در چهار فصل سال نشان می دهد که فقط بین دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0.001$) بین فصول و سه منطقه اختلاف معنی داری وجود ندارد (بترتیب $P > 0.137$ و $P > 0.782$). همچنین هیچگونه اثر متقابل بین تیمارها وجود ندارد (جدول ۳-۶).

جدول ۳-۶ - آنالیز واریانس سه طرفه در دو سطح دوره، سه سطح منطقه و چهار فصل سال، لگاریتم وزن توده زنده بر حسب میلی گرم در متر مربع

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: LOGMASS

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------------|-------------------------|-----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 104.656 ^a | 23 | 4.550 | 8.673 | .000 |
| Intercept | 115.733 | 1 | 115.733 | 220.596 | .000 |
| PHASE | 76.426 | 1 | 76.426 | 145.673 | .000 |
| SAESON | 2.911 | 3 | .970 | 1.849 | .137 |
| REGION | .258 | 2 | .129 | .246 | .782 |
| PHASE * SAESON | 2.011 | 3 | .670 | 1.278 | .281 |
| PHASE * REGION | .232 | 2 | .116 | .221 | .801 |
| SAESON * REGION | 2.883 | 6 | .480 | .916 | .483 |
| PHASE * SAESON * REGION | 3.514 | 6 | .586 | 1.116 | .351 |
| Error | 481.095 | 917 | .525 | | |
| Total | 767.635 | 941 | | | |
| Corrected Total | 585.751 | 940 | | | |

a. R Squared = .179 (Adjusted R Squared = .158)

شکل شماره ۳-۵۰ فراوانی گروههای مختلف بنتیک را در سواحل ایران در سالهای مختلف نشان می دهد. همانطوریکه ملاحظه می گردد از نظر تعداد در سالهای ۷۴-۱۳۷۳ و ۱۳۷۵ (قبل از ورود شانه دار) کرمها کاملاً غالب بودند و بیش از ۴۵٪ از کل موجودات بنتیک را بخود اختصاص دادند، Cumacea با فراوانی نسبی ۳۰٪ و Corophodae با فراوانی نسبی ۱۱/۵٪ در رده های بعدی قرار داشتند. در سالهای ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۵، بعد از حضور شانه دار در دریای خزر، کرمها کاملاً غالب شده و فراوانی نسبی آنها بیش از ۸۵٪ تعداد کل موجودات بنتیک بود (شکل ۳-۵۰).

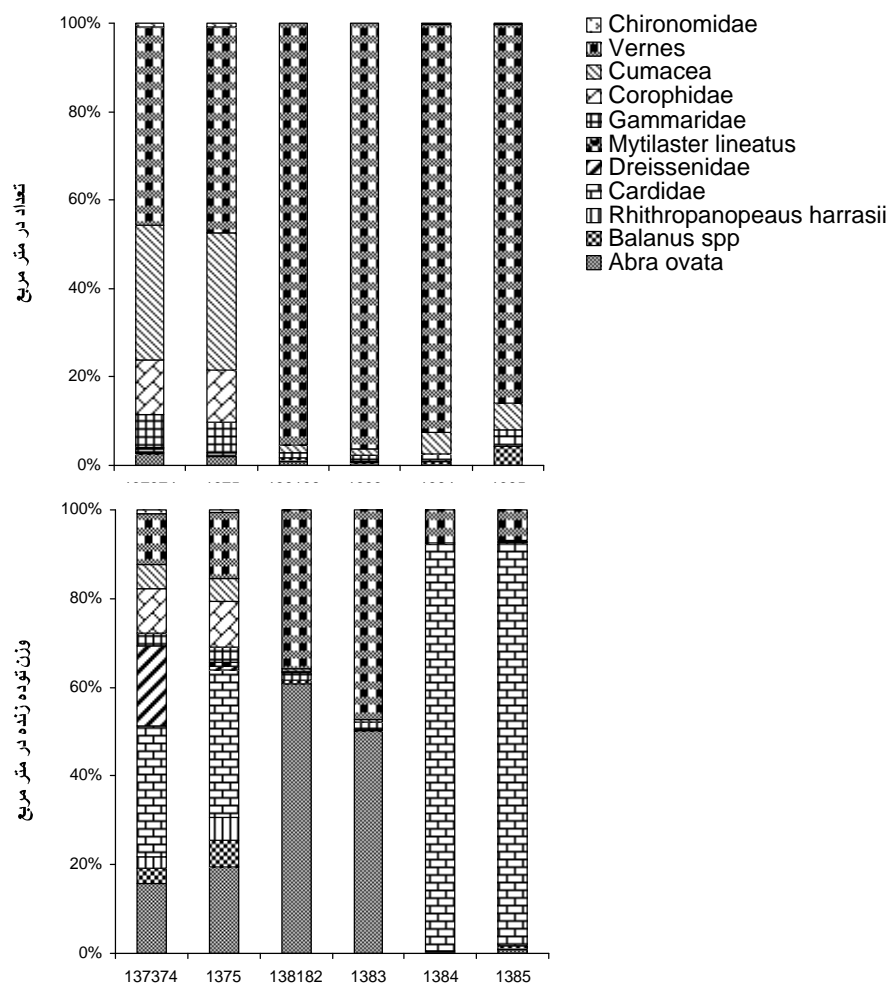
از نظر وزن توده زنده در دو سال اول فراوانی نسبی کرمها کمتر از ۲۰٪ بود ولی در سالهای ۸۲-۱۳۸۱ و ۱۳۸۳ فراوانی آنها بشدت افزایش یافت و به بیش از ۵۰٪ رسید. در سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ نیز Cardidae بیشترین فراوانی وزن توده زنده را بخود اختصاص داد (بیش از ۹۰٪؛ شکل ۵۰-۳).

در مجموع در تمام اعماق کرمها غالب بودند. فراوانی نسبی تعداد آنها از حدود ۹۱٪ در عمق ۵ متر به کمتر از ۴۰٪ در عمق ۵۰ متر کاهش یافت ولی در اعماق بیشتر مجددا افزایش یافت (شکل ۵۱-۳). سپس Cumacea بیشترین فراوانی را داشتند. فراوانی نسبی آنها از ساحل به سمت مناطق عمیق روند افزایشی دارد و از ۱/۷ به ۳۵/۴٪ در عمق ۱۰۰ متر افزایش می یابد. همچنین در اعماق ۱۰۰ و بیشتر فقط Gammaridae, Corophidae, Cumacea, کرمها و شیرونومیده ملاحظه شدند (شکل ۵۱-۳).

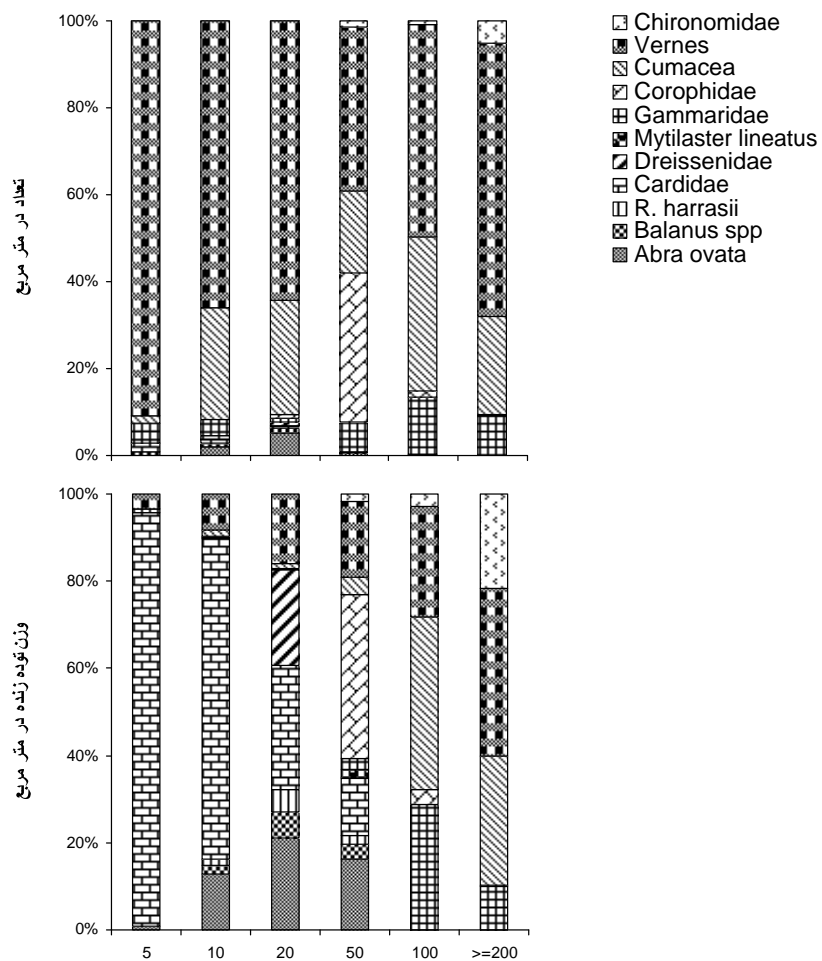
بر اساس وزن توده زنده در عمق ۵ متر Cardidae (۹۴/۸٪) کاملاً غالب می باشد و در عمق ۱۰ متر Cardidae و Abra ovata (بترتیب ۷۳/۶ و ۱۲/۸٪)؛ عمق ۲۰ متر Dressenidae, Cardidae و کرمها (بترتیب ۲۸/۵، ۲۱/۹ و ۱۵/۹٪) و در عمق ۵۰ متر Cumacea و کرمها (بترتیب ۳۹/۵ و ۲۵/۴٪) غالب بودند (شکل ۵۱-۳).

در تمام فصول کرمها از نظر تعداد غالب هستند و بیش از ۵۱٪ فراوانی نسبی را دارا می باشند. Cumacea در رده بعدی قرار دارند و فراوانی نسبی تعداد آنها در تمام فصول بیش از ۲۰٪ برآورد شده است (شکل ۵۲-۳). ولی از نظر وزن توده زنده در فصول بهار، تابستان و پائیز Cardidae بترتیب ۵۷/۳، ۴۹/۷ و ۴۷/۸ و در فصل زمستان Cardidae و Dressenidae بترتیب ۳۳/۴ و ۲۹/۱٪ غالب بودند (شکل ۵۲-۳).

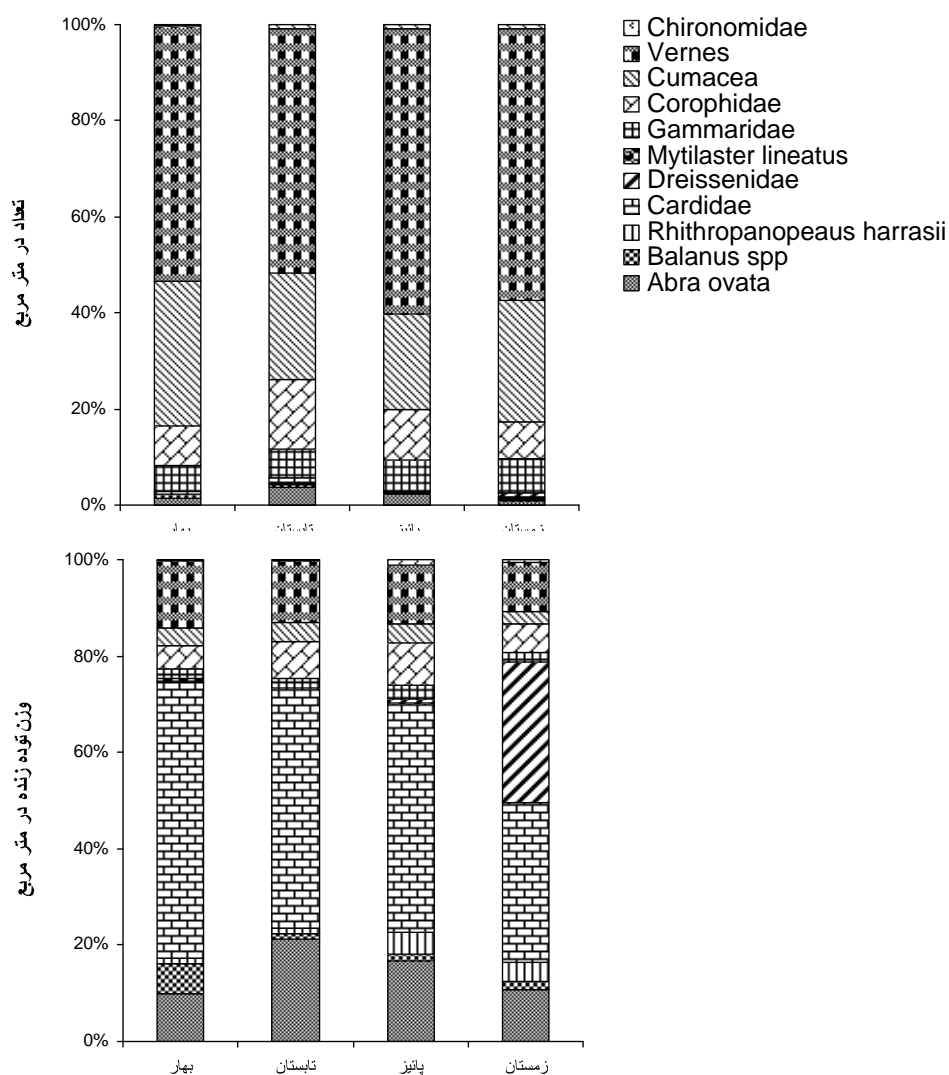
در سه منطقه غرب، میانی و شرق از نظر تعداد بیشترین فراوانی را کرمها (بترتیب ۴۳/۷، ۵۷/۱ و ۶۲/۷٪) دارا بود و Cumacea در رده بعدی قرار دارد (بترتیب ۳۰/۴، ۲۴/۷ و ۲۲/۱٪). ولی از نظر وزن توده زنده Cardidae بیشترین فراوانی را دارا می باشد (بترتیب ۴۰/۰، ۶۲/۱ و ۴۴/۷٪) و Abra ovata در رده بعدی قرار دارد (بترتیب ۱۶/۱، ۱۲/۵ و ۱۲/۳٪). فراوانی نسبی وزن توده زنده Dressenidae در غرب خیلی بیشتر شرق بود (بترتیب ۱۴/۸ و ۰/۱۸٪) و فراوانی نسبی کرمها در شرق بیشتر از غرب برآورد شد (بترتیب ۱۸/۴ و ۱۱/۸٪) (شکل ۵۳-۳).



شکل ۵۰-۳- فروانی نسبی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) گروههای مختلف بئیک در سالهای مختلف

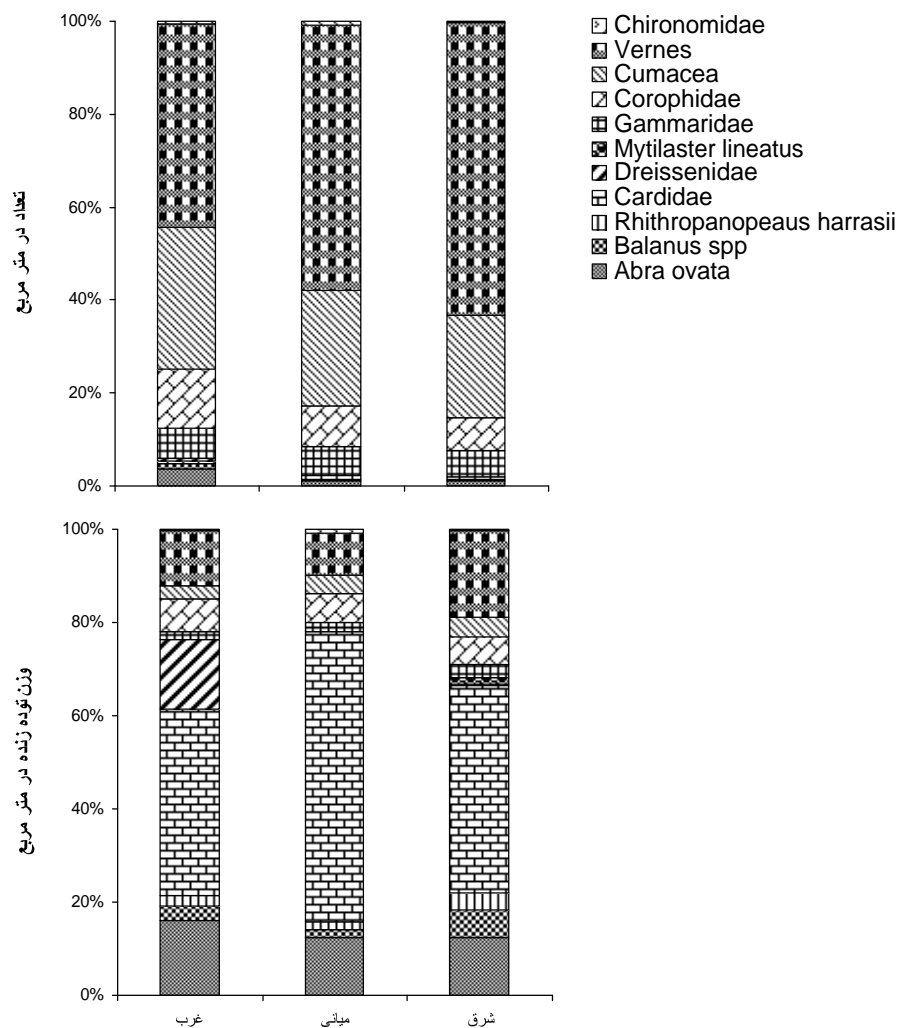


شکل ۵۱-۳- فروانی نسبی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) گروههای مختلف بنتیک در اعماق مختلف



شکل ۳-۵۲ - فروانی نسبی بر حسب تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) گروههای مختلف بنتیک در فصول

مختلف



شکل ۵۳-۳ - میانگین تعداد (بالا) و وزن توده زنده (پائین) گروههای مختلف بنتیک در مناطق مختلف

تنوع گونه ای

شاخص تنوع گونه ای شانون - وینر بنتوزها در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ بین ۰/۶۹ و ۲/۵۱ در نوسان بود. حداقل شاخص فوق در سال ۱۳۸۱-۸۲ و حداکثر مقدار آن در سال ۱۳۷۳-۷۴ برآورد شد. حداقل شاخص یکنواختی (۰/۲۳) در سال ۱۳۸۱-۸۲ و حداکثر این شاخص (۰/۶۳) در سال ۱۳۷۳-۷۴ مشاهده شد (شکل ۵۴-۳).

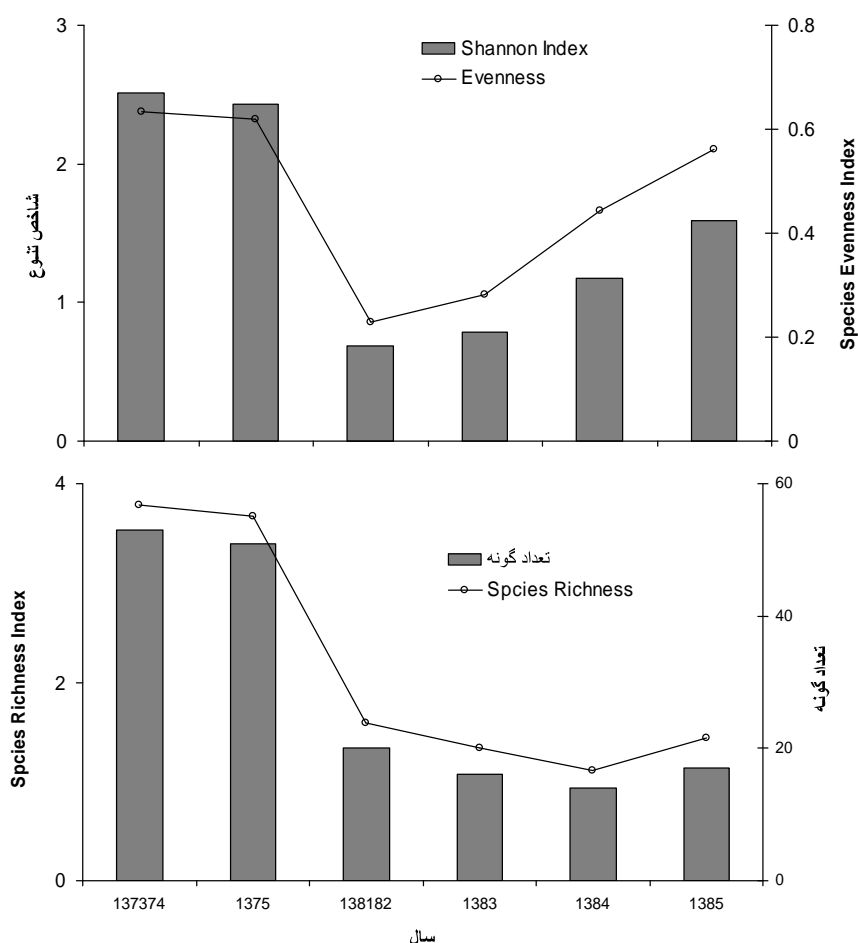
غنای گونه ای نیز بین ۱/۱۱ الی ۳/۷۹ متغیر بوده و حداقل در سال ۱۳۸۴ و حداکثر در سال ۱۳۷۳-۷۴ برآورد شد. حداقل و حداکثر تعداد گونه ها در سالهای مذکور بترتیب ۵۳ گونه (در سال ۱۳۷۳-۷۴) و ۱۴ گونه (در سال ۱۳۸۴) ملاحظه گردید (شکل ۵۴-۳).

با استفاده از نرم افزار AMBI نتایج زیر بدست آمد:

شاخص شانون-وینر. این شاخص در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ در همه فصول در محدوده متوسط قرار داشت ولی در سالهای ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۴ در اغلب فصول به محدوده بد تنزل پیدا کرد. در سال ۱۳۸۵ وضعیت کمی مطلوبتر شده و در محدوده ضعیف قرار گرفت (شکل ۳-۵۵).

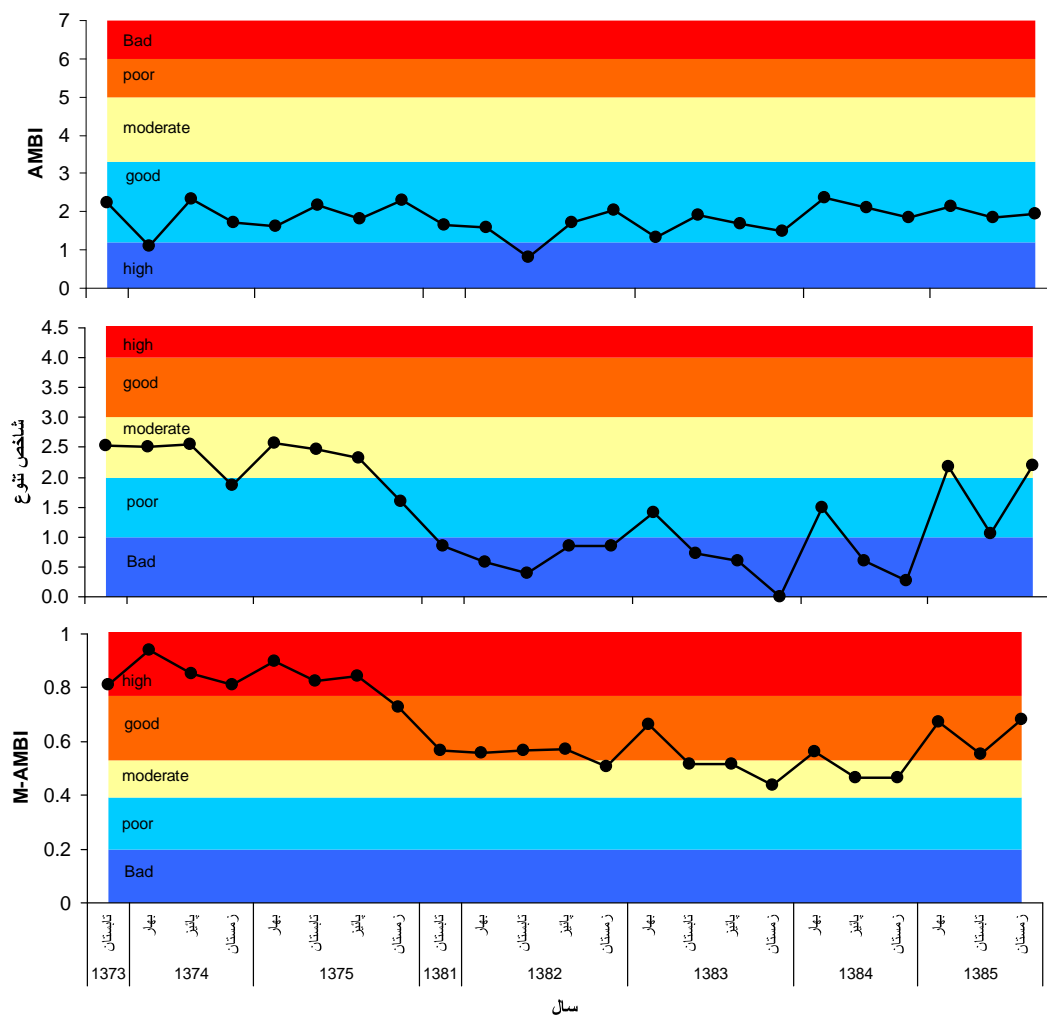
همانطوریکه در شکل ۳-۵۵ الگوی تغییرات AMBI نشان داده شده، در تمام سالها و در همه فصول مقدار این شاخص در محدوده خوب تا عالی قرار دارد.

شاخص M-AMBI الگویی مشابه شاخص شانون-وینر را نشان می دهد. بر اساس این شاخص وضعیت کیفی اکولوژیک در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ در همه فصول در محدوده عالی قرار داشت ولی در سالهای بعد به محدوده خوب تا متوسط تنزل یافت (شکل ۳-۵۵).



شکل ۳-۵۴ - تغییرات شاخص بیولوژیک (شاخص شانون) و شاخص یخنواختی ببتوزها در سواحل ایرانی دریای

خزر در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵



شکل ۵۵-۳ - تغییرات فصلی شاخصهای شانون-وینر، AMBI و M-AMBI موجودات کفزی در سواحل ایران در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵

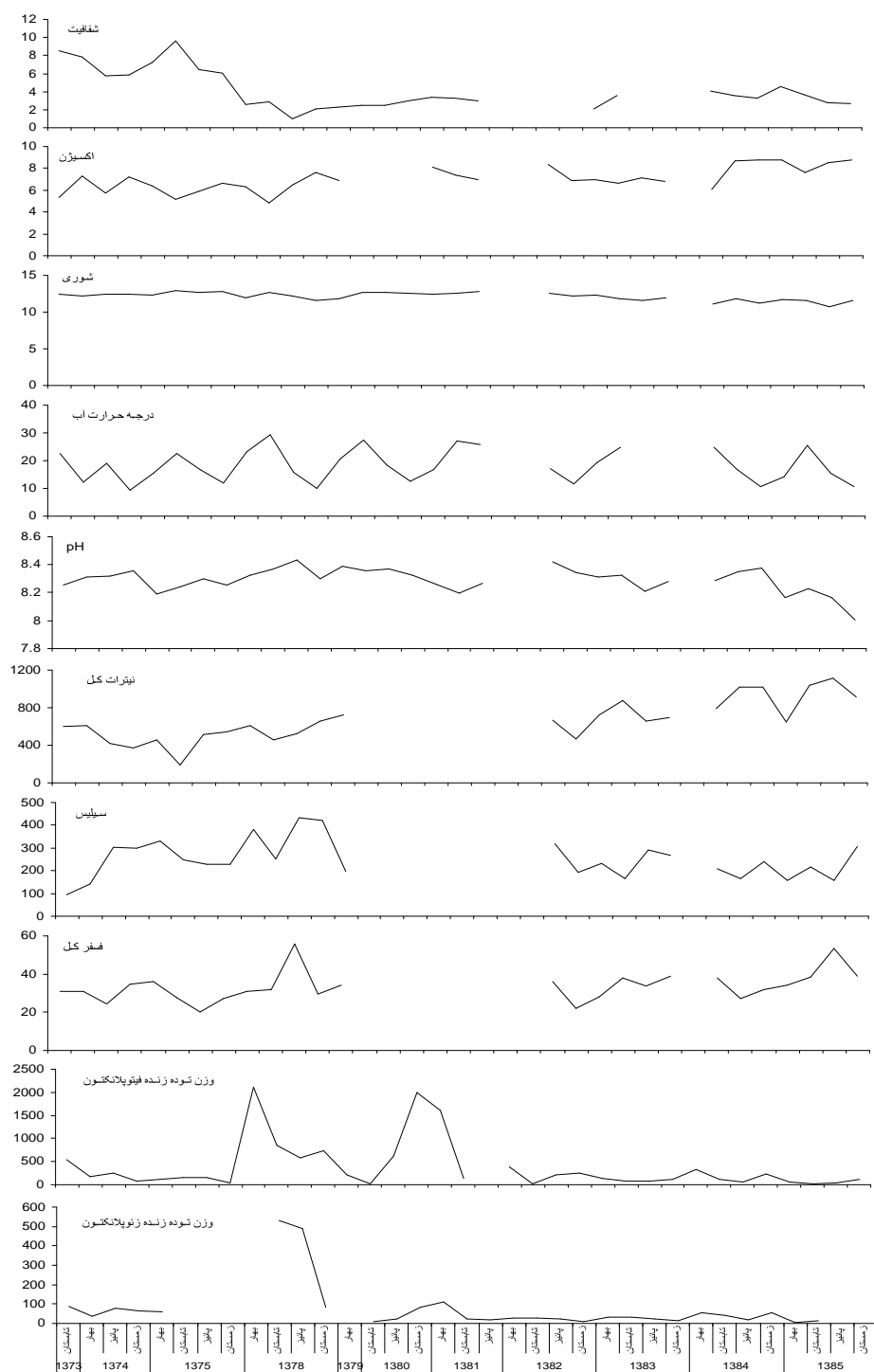
۳-۵ - روابط بین پارامترهای مختلف فیزیکی - شیمیایی و موجودات زنده

برای تجسم بهتر روند تغییرات پارامترهای مختلف فیزیکی و شیمیایی و وزن توده زنده فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون، میانگین متغیرهای فوق در هر فصل در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ در شکل ۵۶-۳ آورده شده است. همانطوریکه ملاحظه می گردد روند تغییرات سه فاکتور مهم شفافیت، اکسیژن و شوری بصورت زیر می باشد. میانگین شفافیت تا زمستان سال ۱۳۷۵ بیش از ۶ متر بود ولی سپس بشدت کاهش می یابد و در پائیز سال ۱۳۷۸ به حداقل مقدار خود یعنی ۰/۹۶ متر می رسد. اگرچه بعد از این زمان روند افزایشی دارد ولی مقدار میانگین آن از حدود ۴/۵ تجاوز نمی کند. مقدار اکسیژن محلول روند افزایشی در طول دوره داشته و برعکس

میزان شوری روند کاهش دارد. روند تغییرات سایر فاکتورها مانند درجه حرارت آب، pH، نترات کل، سیلیس و فسفر کل نیز در شکل ۵۶-۳ آورده شده است.

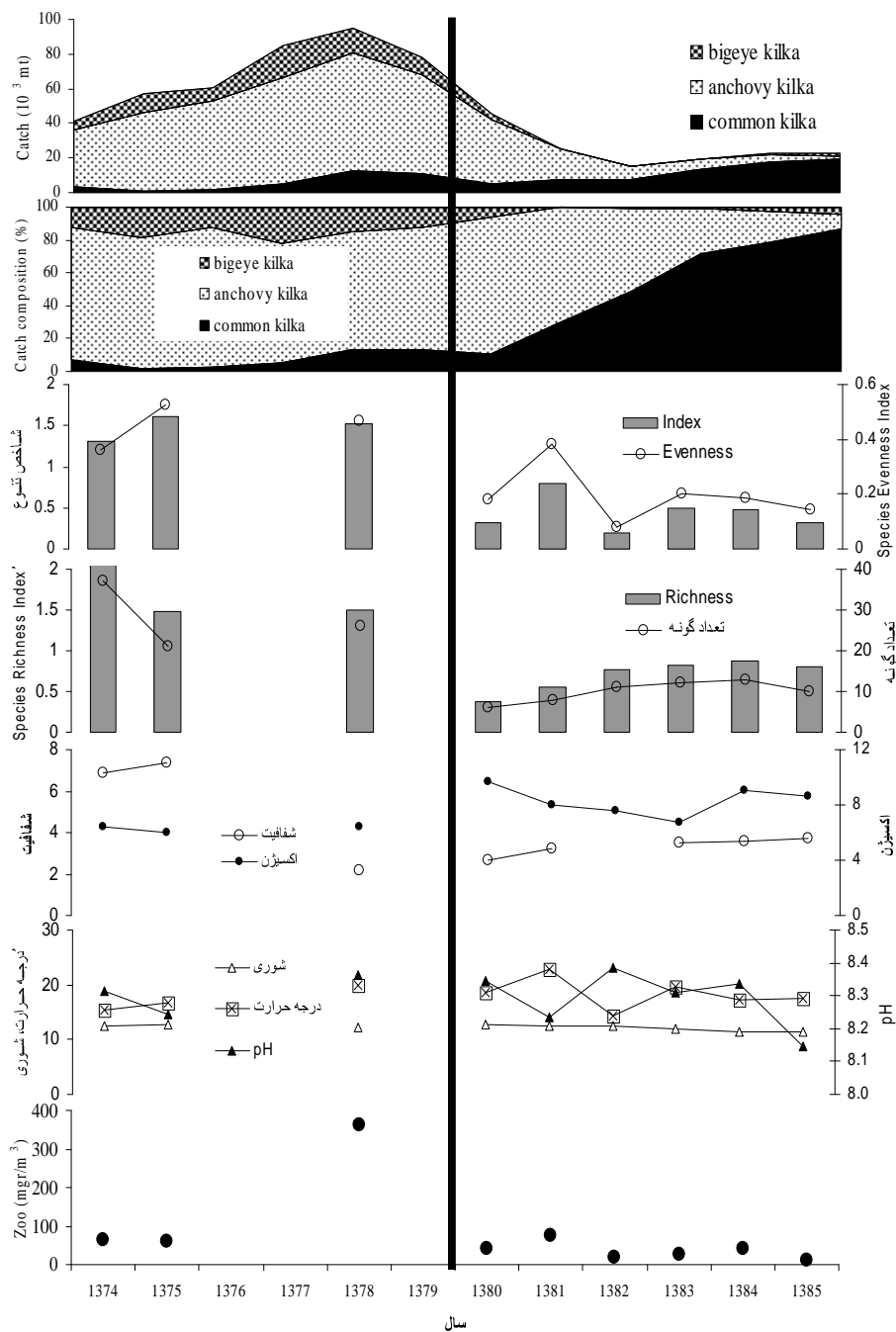
میزان میانگین فصلی وزن توده زنده فیتوپلانکتون سالهای مختلف نشان می دهد که در بهار سال ۱۳۷۸ بشدت افزایش یافته و به حداکثر میزان خود می رسید سپس دچار یک کاهش شدید شده و در زمستان ۱۳۸۰ مجدداً بشدت افزایش می یابد بنابراین دو پیک در میزان وزن توده زنده فیتوپلانکتون قابل تشخیص می باشد. ولی در مورد وزن توده زنده فیتوپلانکتون یک پیک در فصل تابستان سال ۱۳۷۸ مشاهده شد. (شکل ۵۶-۳).

روابط ماتریسی بین همه شاخصهای فیزیکی و شیمیایی و تعداد و وزن توده زنده فیتوپلانکتون در جدول ۱ خلاصه شده است. براساس نتایج بدست آمده بین شفافیت - شوری رابطه معنی دار مستقیم ولی بین شفافیت - درجه حرارت آب؛ شفافیت - pH؛ شفافیت - نترات کل؛ شفافیت - نترات آلی؛ شفافیت - نترات معدنی؛ شفافیت - تعداد فیتوپلانکتون و شفافیت - وزن توده زنده فیتوپلانکتون رابطه معکوس معنی دار قوی وجود دارد (جدول ۷-۳). همچنین بین اکسیژن محلول - ازت کل؛ اکسیژن محلول - تعداد و وزن توده زنده فیتوپلانکتون رابطه مستقیم قوی و اکسیژن محلول - شوری؛ اکسیژن محلول - سیلیس رابطه معکوس قوی وجود دارد. بین میزان شوری و ازت کل و شوری و فسفر کل رابطه معکوس قوی نیز مشاهده شد. درجه حرارت آب با نترات، سیلیس و فسفر معدنی رابطه معکوس قوی؛ pH با نترات و ازت آلی رابطه مستقیم؛ نیتريت با ازت آلی رابطه مستقیم و با ازت کل رابطه معکوس؛ نترات با سیلیس و فسفر معدنی رابطه مستقیم قوی دارد. همچنین ازت کل - ازت آلی؛ ازت کل - فسفر معدنی؛ ازت کل - فسفر کل؛ ازت معدنی - NH_4 و ازت معدنی - وزن توده فیتوپلانکتون؛ سیلیس - فسفر معدنی؛ فسفر کل؛ فسفر کل - فسفر آلی؛ تعداد فیتوپلانکتون - وزن توده زنده فیتوپلانکتون رابطه مستقیم دیده می شود.



شکل ۵۶-۳- تغییرات متغیرهای مختلف فیزیکی-شیمیایی، وزن توده زنده فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در سالهای مختلف

یکی از منابع با ارزش شیلاتی دریای خزر کیلکا ماهیان می باشد. کیلکا ماهیان دارای سه گونه در دریای خزر می باشند و از زئوپلانکتونها تغذیه می کنند. میزان صید، فراوانی نسبی سه گونه کیلکا، تنوع و غنای گونه ای زئوپلانکتون، و بعضی از شاخصهای مهم زیست محیطی مانند شفافیت، اکسیژن محلول، شوری، درجه حرارت آب و pH طی سالهای ۱۳۷۴ الی ۱۳۸۵ (در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار مهاجم در دریای خزر در شکل ۳-۵۷ آورده شده است. مقایسه میانگینهای شاخصهای فوق در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار در دریای خزر نشان میدهد که بین میانگینهای شاخصهای صید، فراوانی نسبی سه گونه کیلکا اختلاف معنی داری وجود دارد با این تفاوت که میانگین های فوق برای گونه های کیلکای آنچوی و چشم درشت بشدت کاهش و برای کیلکای معمولی افزایش یافته است (جدول ۳-۸، نتایج آزمون t - در جدول فوق ارائه شده است). همانطوریکه ذکر شد کیلکا ماهیان از زئوپلانکتون تغذیه می کنند. شاخصهای شانن، یکنواختی و غنای گونه ای زئوپلانکتون در بعد از ورود شانه دار در مقایسه با قبل از ورود آن بشدت کاهش یافته است. میانگین ورن توده زنده آنها نیز کاهش شدید نشان می دهد. بعضی از پارامترهای محیطی نیز تغییر یافته اند مثلاً میانگین شفافیت کاهش، اکسیژن افزایش داشته است (جدول ۳-۸). میانگین صید ماهی سفید که یک گونه کفزی خوار است و کفال ماهیان که دیتریت خوار هستند در بعد از ورود شانه دار افزایش یافته ولی از نظر آماری اختلاف معنی دار بین آنها مشاهده نشد (جدول ۳-۸).



شکل ۵۷-۳ - میزان صید و فراوانی نسبی سه گونه کیلکا در صید در سواحل ایران و میانگین شاخصهای مختلف زنده و غیر زنده در سواحل ایران در دریای خزر در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵.

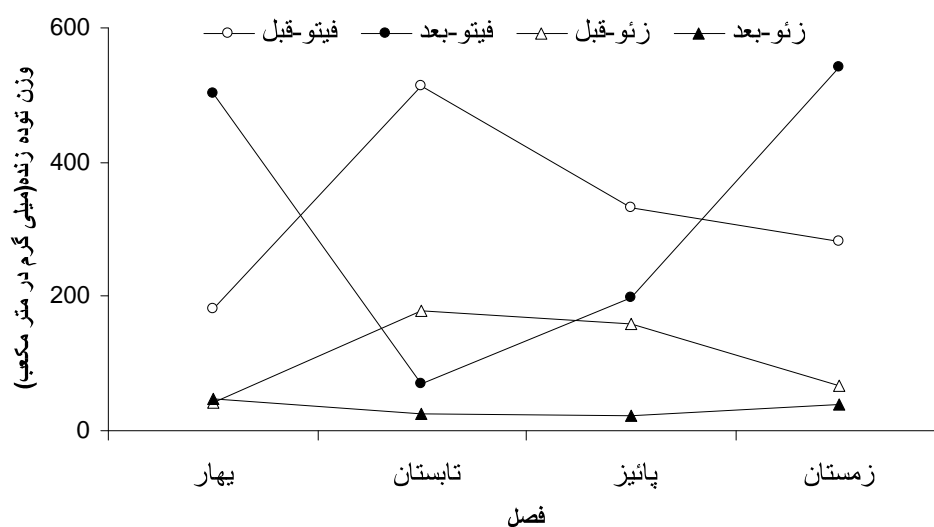
جدول ۸-۳ - میانگین بعضی از شاخصهای مهم زنده و غیر زنده در

دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار در دریای خزر

| پارامتر | دوره | میانگین | انحراف معیار | نمونه | t | P |
|---------------------------|--------|---------|--------------|-------|------|-------|
| صید کیلکا | معمولی | قبل | ۵۶۴۴/۹ | ۶ | ۱/۹۱ | ۰/۰۹ |
| | بعد | ۱۱۷۷۵/۵ | ۶۰۶۲/۷ | ۶ | | |
| ماهیان | آنچوی | قبل | ۵۲۷۵۹/۳ | ۶ | ۵/۴۰ | ۰/۰۰۱ |
| | بعد | ۱۲۳۰۶/۲ | ۱۳۵۰۴/۱ | ۶ | | |
| چشم درشت | قبل | ۱۰۹۹۵/۷ | ۴۸۰۸/۹ | ۶ | ۵/۰۸ | ۰/۰۰۴ |
| | بعد | ۷۹۰/۴ | ۱۰۵۴/۱ | ۶ | | |
| فراوانی نسبی | معمولی | قبل | ۷/۴ | ۶ | ۳/۸۰ | ۰/۰۰۴ |
| | بعد | ۵۴/۵ | ۲۹/۹ | ۶ | | |
| صید کیلکا ماهیان | آنچوی | قبل | ۷۷/۱ | ۶ | ۲/۷۷ | ۰/۰۲۹ |
| | بعد | ۴۲/۹ | ۲۹/۷ | ۶ | | |
| چشم درشت | قبل | ۱۵/۵ | ۳/۸ | ۶ | ۷/۰۴ | ۰/۰۰۱ |
| | بعد | ۲/۵ | ۲/۴ | ۶ | | |
| شاخص شانه زئوپلانکتون | قبل | ۱/۴۸ | ۰/۱۵۵ | ۳ | ۸/۴۵ | ۰/۰۰۱ |
| | بعد | ۰/۴۳ | ۰/۲۰۸ | ۶ | | |
| شاخص یکنواختی زئوپلانکتون | قبل | ۰/۴۵ | ۰/۰۸۴ | ۳ | ۴/۰۴ | ۰/۰۰۹ |
| | بعد | ۰/۱۹ | ۰/۱۰۱ | ۶ | | |
| غنا گونه ای زئوپلانکتون | قبل | ۱/۷۶ | ۰/۴۶۳ | ۳ | ۳/۷۹ | ۰/۰۶۳ |
| | بعد | ۰/۷۰ | ۰/۱۹۷ | ۶ | | |
| شفافیت | قبل | ۵/۴۷ | ۰/۸۷ | ۳ | ۱/۲۸ | ۰/۳۲۸ |
| | بعد | ۳/۳۳ | ۰/۴۲ | ۵ | | |
| اکسیژن | قبل | ۶/۲۷ | ۰/۲۴ | ۳ | ۴/۳۹ | ۰/۰۰۵ |
| | بعد | ۸/۲۸ | ۱/۰۶ | ۶ | | |
| شوری | قبل | ۱۲/۳۸ | ۰/۳۱ | ۳ | ۱/۱۴ | ۰/۲۹۳ |
| | بعد | ۱۲/۰۶ | ۰/۵۳ | ۶ | | |
| درجه حرارت | قبل | ۱۷/۳۷ | ۲/۳۲ | ۳ | ۰/۵۷ | ۰/۵۹۳ |
| | بعد | ۱۸/۳۷ | ۲/۸۱ | ۶ | | |
| pH | قبل | ۸/۳۱ | ۰/۰۵۹ | ۳ | ۰/۲۹ | ۰/۷۸۲ |
| | بعد | ۸/۲۹ | ۰/۰۸۷ | ۶ | | |
| توده زنده زئوپلانکتون | قبل | ۱۶۳/۰ | ۱۷۳/۹ | ۳ | ۱/۲۵ | ۰/۳۳۷ |
| | بعد | ۳۶/۶ | ۲۲/۷ | ۶ | | |
| ماهی سفید | قبل | ۸۱۵۹ | ۱۳۵۹/۴ | ۶ | ۰/۶۸ | ۰/۵۱۰ |
| | بعد | ۹۲۳۰ | ۳۵۹۱/۹ | ۶ | | |
| ماهی کفال | قبل | ۴۰۶۷ | ۱۰۵۱/۹ | ۶ | ۲/۰۹ | ۰/۶۳۰ |
| | بعد | ۵۲۴۴ | ۸۹۵/۴ | ۶ | | |

روند تغییرات فصلی فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار دریای خزر نشان می دهد که حداقل میزان وزن زیتوده فیتوپلانکتون در قبل از حضور شانه دار در فصل بهار بوده و سپس در فصل تابستان شدت افزایش یافته و در دو فصل پائیز و زمستان روند کاهشی دارد (شکل ۵۸-۳) ولی بعد از ورود شانه

دار، این روند معکوس می گردد یعنی حداکثر میزان وزن توده زنده فیتوپلانکتون در دو فصل بهار و تابستان و حداقل آن در فصل تابستان مشاهده شد. تغییرات فصلی زئوپلانکتون نیز مشابه فیتوپلانکتون بود یعنی قبل از ورود شانه دار در دریای خزر حداکثر وزن توده زنده زئوپلانکتون در فصل تابستان ولی در دوره دوم حداکثر آن در دو فصل بهار و زمستان دیده شد (شکل ۵۸-۳). همچنین در این شکل مشاهده می گردد که با افزایش و یا کاهش فصلی وزن توده زنده فیتوپلانکتون، وزن توده زنده زئوپلانکتون بترتیب افزایش و یا کاهش می یابد.



شکل ۵۸-۳ - تغییرات فصلی میانگین وزن توده زنده فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون در دوره قبل و بعد از حضور شانه دار دریای خزر

۴- بحث

شوری مهمترین فاکتور غیر زنده در دریای خزر میباشد. میانگین شوری دریای خزر ۱۲/۸۵ گرم در لیتر گزارش شده که این میزان در سه منطقه خزر شمالی، میانی و جنوبی بین ۰/۵ الی ۱۳/۴ گرم در لیتر در نوسان است (Aladin and Plotnikov, 2004). بر اساس این تحقیق میانگین شوری در سواحل ایران در طی سالهای ۷۴-۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ دارای روند کاهشی بوده و از ۱۳/۳۷ به ۱۱/۵۴ گرم در لیتر رسید. احتمالاً کاهش شوری بدلیل افزایش سطح آب دریای خزر در دو دهه اخیر مربوط می گردد. یکی از عوامل تاثیر گذار بر روی سطح آب میزان نزولات جوی و آب ورودی رودخانه ها می باشد که می تواند تغییرات شوری را سبب گردد در لایه های زیرین چون این ورودیها اثر کمی دارند حداکثر شوری در این لایه ها مشاهده می گردد (Chester, 1990; Riley and Skirrow, 1975).

دمای آب یکی از فاکتورهای مهم فیزیکی بوده در تولیدات نقش داشته و در چرخه جریانات بیولوژیکی دریا نیز تاثیر داشت. درجه حرارت با تغییرات عرض جغرافیائی بطور افقی و یا عمق به طور عمودی تغییر می کند و فاکتور مهمی بود که مراحل زندگی و انتشار موجودات زنده را کنترل می کند (Nybakken, 1997). رژیم درجه حرارت آب دریای خزر نشان می دهد که اختلاف فاحشی بین درجه حرارت آب در خزر شمالی و جنوبی در فصل زمستان وجود دارد. در این فصل سطح خزر شمالی یخ می بندد. در صورتیکه در فصل تابستان درجه حرارت دو منطقه فوق تقریباً برابر است. بنابراین حداکثر تغییرات فصلی درجه حرارت در خزر شمالی رخ می دهد. در این منطقه درجه حرارت آب در لایه سطحی صفر درجه سانتیگراد و یا کمتر در صورتیکه در وسط تابستان ۲۴ درجه سانتیگراد گزارش شده است (Aladin and Plotnikov, 2004). بر اساس نتایج این تحقیق میانگین درجه حرارت آب در چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۱۶/۴، ۲۵/۲، ۱۸/۴ و ۱۱/۱ درجه سانتیگراد اندازه گیری شده است. که دامنه تغییرات فصلی آن بسیار کمتر از خزر شمالی بوده و میانگین درجه حرارت در فصل تابستان تقریباً برابر خزر شمالی می باشد. وجود درجه حرارت مناسب آب در سواحل ایران در فصل زمستان سبب مهاجرت انواع ماهیان به این منطقه می گردد.

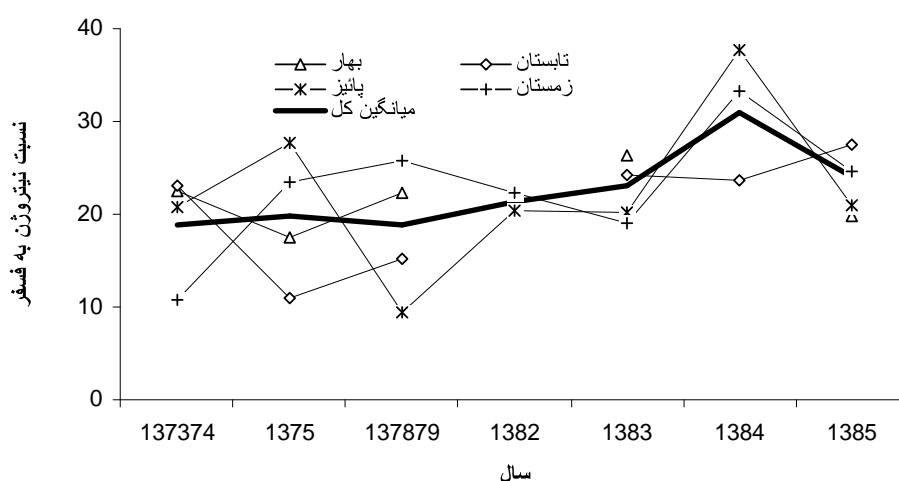
در خزر شمالی بدلیل کم عمق بودن منطقه، لایه کاهش درجه حرارت آب دیده نمی شود ولی بر اساس این مطالعه در سواحل ایران میانگین درجه حرارت آب در لایه های مختلف نیز نشان می دهد که لایه کاهش شدید

درجه حرارت آب در فصول بهار، تابستان (بخصوص) و پائیز کاملاً مشخص است. در فصل زمستان لایه بندی آب بر اساس درجه حرارت وجود ندارد. شریعتی، ۱۳۷۳ بیان نمود که بدلیل سرد شدن شدید آب در زمستان سال ۱۹۵۴ مواد بیوژن از عمیق ترین مناطق دریا به لایه های سطحی انتقال گردید (شریعتی ۱۳۷۳).

شرایط آب سرد ترمواستاتیکی مستقل فصلی در این دریاچه در قسمتهای عمیق عملاً دیده می شود. وجود آب سرد در مناطق عمیق اجازه تشکیل جمعیت های افق های بالائی حتی موجودات قطبی را فراهم می کند (Zenkevich, 1963; Kosarev, Yoblanskaya, 1994). بهمین صورت تغییر شوری و شرایط متفاوت درجه حرارت آب تنوع گونه ای را افزایش می دهد. خصوصیات تولید مناطق مختلف دریای خزر نیز کاملاً متفاوت است مشابه شوری و درجه حرارت سبب افزایش تنوع گونه ای این دریاچه می گردد. Salmanov, 1987 کاملترین اطلاعات در مورد فرآیند تولید در دریای خزر در سالهای اخیر ارائه نموده است نسبت بین تولید کل فیتوپلانکتون و باکتریوپلانکتون ۰/۱:۴۵ می باشد. تولید اولیه ناخالص موجودات زنده فیتوپلانکتونی برای سالهای ۸۴-۱۹۶۴ به ۱۴۳/۴ میلیون تن کربن رسید. در همین زمان، در قسمتهای خزر شمالی، میانی و جنوبی بترتیب ۱۹/۱، ۴۴/۴ و ۳۵/۷۷ درصد موجودات زنده شکل گرفتند. لازم به ذکر است که ظرفیت تولید بسیار زیاد خزر شمالی که فقط ۰/۵ درصد حجم کل آب دریای خزر را بخود اختصاص می دهد حدود ۲۰ درصد کل موجودات زنده در آن زیست می کنند. بدون شک مواد آلی که از جریانات رودخانه ای سرچشمه می گیرند تولیدات بیولوژیک اصلی را تامین می کنند. مناطقی از دریای خزر که متصل به مصب رودخانه می باشند همیشه ظرفیت تولید فزاینده ای دارد که بدلیل وجود مواد آلی می باشد که از طریق رودخانه حمل می گردد. در کل خزر شمالی تولید قابل ملاحظه بیشتری در مقایسه با خزر میانی و جنوبی وجود دارد (Aladin and Plotnikov, 2004).

نسبت نیتروژن به فسفر بعنوان پارامتر مهمی برای تعیین وضعیت تروپی بکار برده می شود. فسفر برخلاف ازت، هم به شکل آلی و هم به شکل معدنی (Inorganic) می تواند مورد مصرف قرار گیرد (ایوانف، ۱۹۷۸). همچنین فسفر در مقایسه با نیتروژن از اتمسفر به آب وارد نمی شود و تنها منبع فسفر دریا، وجود رودخانه هایی است که به دریا می ریزد. در محیط های آب شیرین فسفر معدنی محلول، و در محیط های دریایی نیتروژن معدنی محلول عامل محدود کننده رشد محسوب می شوند (نصرالله زاده و واحدی، ۱۳۷۳). نسبت نیتروژن به فسفر برای فیتوپلانکتون در لایه سطحی آب های دریائی تقریباً برابر ۱۶:۱ می باشد (Kennish, 2001). میزان اپتیمم نسبت

نیتروژن به فسفر از ۸٫۲ تا ۴۵ بسته به شرایط اکولوژی منطقه متغیر می باشد (Klausmeier et al., 2001). در این تحقیق نسبت نیتروژن به فسفر در سالهای ۸۲-۱۳۷۳ بین ۱۸/۸ الی ۲۱/۴ در نوسان بود ولی در سالهای ۱۳۸۳، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ روند افزایشی تحسوسی داشته است و بترتیب ۲۳/۱، ۳۰/۹ و ۲۴/۰ واحد محاسبه شد. در فصول مختلف نیز تغییرات فاحشی در سالهای مورد مطالعه دیده شده است (شکل ۱-۴). طبق گزارش کاتونین (۱۳۷۵) میزان تراکم فسفات‌ها (اشکال مختلف فسفات آلی، معدنی و کل) در دریای خزر نسبت به فصول سال و مناطق مختلف متغیر است. در مناطقی که توده زنده فیتوپلانکتونی زیاد است، میزان فسفات‌ها به علت مصرف آن تحلیل یافته و برعکس در لایه‌های عمیق آب به میزان افزوده می شود. همچنین مشخص نموده اند که میزان فسفر معدنی در نواحی مرکزی و غربی (بدلیل تخلیه آب رودخانه‌ها و تاثیر آبهای سرد شمالی) بیشتر از ناحیه شرق (به دلیل مصرف فیتوپلانکتون‌ها) می‌باشد که این میزان در فصل زمستان محسوس‌تر از فصول دیگر است. در فصل تابستان و بهار به دلیل وجود فیتوپلانکتون‌ها مصرف نوترینت‌ها خصوصاً فسفر شدید است و کاهش فسفر معدنی در لایه فوتیک می‌تواند عامل محدود کننده برای فرآیند فتوسنتز باشد (کاتونین، ۱۳۷۵). بنابراین با توجه به میانگین نسبت نیتروژن به فسفر در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ می توان نتیجه گرفت که میزان تولیدات فیتوپلانکتون روند افزایشی داشته و در دامنه اپتیمم (۸٫۲ تا ۴۵) که توسط Klausmeier et al., 2001 گزارش شده، قرار دارد.



شکل ۱-۴ - نسبت نیتروژن به فسفر در سواحل ایران در فصول مختلف در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵

فیتوپلانکتون شاخص مناسبی برای بررسی تغییرات آلودگیهای زیست محیطی و تغییرات محیط زیست که در محیط های آبی رخ می دهد، می باشند. مثلاً جریان مواد بیوژن سبب تشدید در افزایش فراوانی گونه ها و کاهش تنوع گونه ای می گردد (Zebek, 2004). دینامیک افزایش و یا کاهش سریع جمعیت پلانکتونی یک موضوع مهم در اکولوژی دریا است (Telesh, 2004). در حال حاضر بیشتر مصب ها و مناطق ساحلی آبهای جهان مملو از مواد مغذی که در اثر فعالیتهای انسانی تجمع یافته اند می باشد (FAO, 1992). فعالیت آنترپوژنیک، مانند اثرات طبیعی می توانند اثرات مزمن و حاد داشته باشند. تنظیم آب رودخانه ها یک مثال از اثر آنترپوژنیک طولانی مدت است. شانه دار مهاجم (*Mnemiopsis leidyi*) از طریق آب توازن کشتیها از دریای سیاه یا دریای آزوف به دریای خزر حمل و رها شد (Ivanov *et al.*, 2000). ولی پیش تر دامونت احتمال ورود این شانه دار به آبهای همجوار، بخصوص دریای خزر هشدار داده بود (Dumont, 1995). شانه دار مهاجم یک شکارچی فعال زئوپلانکتون می باشد و رقیب غذائی گونه های زئوپلانکتون خوار دریای خزر بویژه کیلکا ماهیان محسوب می گردد. بعد از پراکنش شانه دار مهاجم در دریای خزر صید کیلکا ماهیان دریای خزر بشدت کاهش یافت

(Daskalov and Mamedov, 2007)

طبق گزارش روحی و همکاران، ۱۳۸۸، چرخه زندگی شانه دار در دریای خزر ممکن است بگونه ای باشد که در فصل بهار موجودات بالغ حاصل از بقاء در فصل زمستان شروع به زاد و ولد نموده و در فصل تابستان با فراهم بودن دمای آب مناسب (۲۵-۳۰ درجه سانتیگراد) و غذای مورد نیاز (خصوصاً زئوپلانکتونهای گروه Copepoda و Cladocera) سریعاً تکثیر نمایند و بدین دلیل نیز گروههای کوچک زیادی از شانه دار را می توان در این فصل مشاهده نمود. در فصل زمستان بدلیل کاهش دمای آب (۸-۱۵ درجه سانتیگراد) میزان فراوانی شانه دار شدیداً کاهش می یابد (روحی و همکاران، ۱۳۸۸). این تحقیق نیز نشان می دهد که قبل از ورود شانه دار در دریای خزر میانگین وزن توده زنده زئوپلانکتون از فصل بهار به تابستان افزایش و به حداکثر میزان خود رسید و سپس کاهش یافت ولی بعد از حضور شانه دار در دریای خزر حداکثر وزن توده زنده در بهار بوده و در فصل تابستان بشدت کاهش یافته و به حداقل میزان خود می رسد (شکل ۳-۳۷). این نتایج با نتایج ارائه شده توسط روحی و همکاران، ۱۳۸۸ مطابقت دارد. بدین ترتیب که در فصل بهار با گرم شدن هوا شانه دار شروع به رشد می کند ولی جمعیت آن در تابستان

بشدت افزایش می یابد در این شدت از ذخایر زئوپلانکتون تغذیه می نماید و جمعیت آنها را کاهش می دهد. در فصول بعد که جمعیت شانه دار کاهش می یابد ذخایر زئوپلانکتون فرصت می یابد که اندکی از جمعیت خود ترمیم نمایند بهمین دلیل در فصل زمستان حتی میزان وزن توده زنده زئوپلانکتون بیشتر تابستان برآورد گردید (شکل ۳۷-۳).

نتایج این تحقیق نشان می دهد که بیشترین فراوانی تعداد زئوپلانکتون و وزن توده زنده آنها در لایه های سطحی و در اعماق کمتر از ۲۰ متر مشاهده می گردد (شکل ۱۶-۳). طبق گزارش روحی و همکاران، ۱۳۸۸ بطور کلی حداکثر زیتوده شانه دار در لایه ۲۰ متری در فصل پائیز و حداقل آن در لایه ۵۰-۱۰۰ متری در فصل زمستان می باشد. در دریای سیاه شانه دار در بالای لایه ترموکلاین و یا بعبارت دیگر در لایه های سطحی آب بیشترین حضور داشته و فقط تعداد اندکی در لایه ترموکلاین (بیش از ۴۰ متر) زندگی می کند (Vinogradov et al., 1989)، اطلاعات بدست آمده طی سال های ۸۵-۱۳۸۴ نیز نشان داد که در قسمت جنوبی دریای خزر بیشترین میزان شانه دار در مناطق ساحلی و لایه های سطحی یافت می شود احتمالاً شرایط دمائی مناسب و تمرکز زئوپلانکتون در مناطق کم عمق مهمترین عامل در بالا بودن زیتوده شانه دار در مقایسه با اعماق پائین تر می باشد (روحی و همکاران، ۱۳۸۸).

میانگین شفافیت در قبل از ورود شانه دار به دریای خزر در همه فصول بیشتر از بعد ورود آن بود (شکل ۱۰-۳). همچنین میانگین شفافیت در دوره قبل در فصول بهار و تابستان شدیداً افزایش یافت در صورتیکه در دوره بعد میانگین آن در تمام فصول تقریباً یکسان بود. از طرف دیگر میانگین وزن توده زنده فیتوپلانکتون در دو دوره اختلاف معنی دار داشته و میزان آن در دوره بعد از ورود شانه دار شدیداً افزایش یافت. یعنی وزن توده زنده در سطح فیتوپلانکتون در این دوره بیشتر از دوره قبل می باشد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که بعد از ورود شانه دار وزن توده زنده زئوپلانکتون بشدت کاهش یافته است (شکل ۳۳-۳). بنابراین با کاهش شدید زئوپلانکتون در دوره دوم، فیتوپلانکتون فرصت مناسب برای رشد و افزایش جمعیت پیدا نمود و شفافیت نیز متعاقب آن بشدت کاهش یافت. اکسیژن محلول متأثر از این تغییرات بود بطوریکه با افزایش جمعیت فیتوپلانکتون در دوره دوم میانگین میزان اکسیژن محلول نیز احتمالاً بدلیل فتوسنتز افزایش قابل ملاحظه ای را نشان داد (شکل ۱۰-۳). البته روحی و همکاران، ۱۳۸۸ بیان نمودند که بالا بودن تولیدات اولیه احتمالاً در نتیجه

ورود مواد مغذی از طریق رودخانه های سفید رود، بابلرود و تغییرات با دخالت انسانی (antropogenic) و تالاب انزلی عامل مهم در کاهش شفافیت و افزایش تراکم فیتوپلانکتونی در مناطق کم عمق ساحلی می باشد. Kideys and Moghim, 2003 نیز بیان نمودند که زیاد بودن تعداد رودخانه های منتهی به نواحی جنوبی و غربی دریای خزر که پیامد آن افزایش تولیدات پلانکتونی می باشد سبب کاهش شفافیت آب شده است (Kideys and Moghim, 2003).

همچنین شیگانووا بیان نمود که افزایش بار مواد مغذی دریای سیاه توسط رودخانه دانوب سبب ایجاد شکوفائی پلانکتونی یا یوتریفیکاسیون گردید (Shiganova, 1997). Kovalev و همکارانش در سال ۱۹۹۸ که در دو منطقه دریای سیاه مطالعه نموده اند، افزایش تراکم و کاهش تنوع فیتوپلانکتونی را در سالهای ۱۹۵۹-۱۹۸۹ بیان داشتند. بالا بودن مواد غذایی و درجه حرارت آب دو فاکتور مهم در تعیین پراکنش شانه دار محسوب می شود (Kremer 1993; Zaika and Revkov 1994; Purcell et al., 2001). بنابراین بعقیده روحی و همکاران، ۱۳۸۸ دلیل اصلی زیاد بودن زیتوده شانه دار در مناطق ساحلی نسبت به سایر مناطق، می توان بدلیل غنی بودن منطقه از نظر مواد غذایی و زئوپلانکتون ها در مقایسه با سایر مناطق باشد.

فعالتهای بشر ممکن است باعث افزایش مواد مغذی و به همراه تغییر در نسبتهای مواد مغذی در اکوسیستمهای آبی شده که بر روی ترکیب فیتوپلانکتون و تولید آنها و در نهایت ساختار و عمل اکوسیستم تاثیر بسیار زیادی دارد (FAO, 1992; Madihah et al., 2008). طبق گزارش Kasymov, 1987; Ganjian and Hossaini, 1998 دیاتومه ها، Cyanophyta و Pyrrophyta گروههای اصلی فیتوپلانکتون دریای خزر را تشکیل می دهند.

فون و فلور خزر کنونی دارای چهار منشا اصلی می باشد: ۱- با منشا خزری ۲- با منشا قطبی ۳- با منشا آتلانتیک و مدیترانه ای ۴- با منشا آب شیرین (Derzhavin, 1912; Knipovich, 1938; Berg, 1928; Zenkovich, 1963). به نظر Zenkovich (۱۹۶۳) فون و فلور دریای خزر نمی توانند با گونه های مهاجر و اغلب فون و فلور مهاجمی که گونه های بومی را تلف می نمایند رقابت کنند. تنوع گونه ای دریای خزر ۲/۵ برابر فقیرتر از دریای سیاه و ۵ برابر فقیرتر از دریای بارنت می باشد (Zenkovich, 1963). دلیل اصلی این کمی تنوع زیستی احتمالا تغییرات شوری دریای خزر می باشد. برای فون و فلور کنونی آبهای شیرین دریای خزر این شوری خیلی زیاد و برای گونه های دریایی خیلی کم است. بنابراین دریای خزر کنونی بهشت

واقعی برای گونه های لب شور با منشا آب شیرین، آبهای دریائی شور و آبهای قاره ای می باشد (Birstein, 1939; Mordukhai-Boltovskoy, 1979).

اولین گزارش مناسب در مورد فون و فلور دریای خزر در سال ۱۹۶۳ بوسیله Zenkovich منتشر شد. بر اساس این گزارش ۷۱۸ گونه در دریای خزر ساکن هستند که ۶۲ گونه پروتوزوآ؛ ۳۹۷ گونه بی مهرگان؛ ۷۹ گونه مهره داران (کلا ۴۷۶ گونه با متازوآ زندگی آزاد) و ۱۷۰ گونه انگل می باشند. ۴۶٪ این گونه ها بومی دریای خزر هستند، ۶۶٪ آنها در دریاها و اطراف نیز ساکن هستند، ۴/۴٪ منشا آتلانتیک و مدیترانه ای و ۳٪ منشا قطبی دارند. از زئوپلانکتون ۳۱۵ گونه و زیر گونه به ثبت رسیده است (Kasymov, 1987, 1994) که ۱۳۵ گونه از آنها را نمرویان (Infusorians) تشکیل می دهند (Agamaliyev, 1983; Bagirov, 1975). قسمت عمده زئوپلانکتونها دارای منشا خزری هستند. تعداد گونه های خزر شمالی حدود ۲۰۰ گونه می باشد. نمرویان بیشترین تنوع گونه ای را دارا می باشند (بیش از ۷۰ گونه). روتاتوریا (کمتر از ۵۰)، کلادوسرا (کمتر از ۳۰) و کوپه پودا (کمتر از ۲۰) تنوع کمتری دارند (Kasymov, 1997).

چهار گروه اصلی وابسته به جغرافیای جانوری در فون دریای خزر شامل فون آبهای شیرین، قطبی، مدیترانه ای – آتلانتیک و بومی قابل تشخیص می باشد. بیشتر گونه های بومی اوری هالین و اوری ترمال هستند. بیشتر فون تیپیک دریای خزر، گونه های بومی دریای خزر غالب هستند و در داخل جنسها و زیر جنس تقسیم بندی می شوند. گروه دوم شامل گونه های با منشا آبهای شیرین می باشند که در دوره نمک زدائی به دریای خزر هجوم آوردند. و در آبهای لب شور آن آداپته شده زیست می کنند. این فون به نسبت فقیر هستند (Kasymov, 1987, 1994). گروه سوم شامل گونه های قطبی که بعد از دوران یخبندان، حدود ۱۰-۱۲ هزار سال پیش از دریاها و شمالی به دریای خزر هجوم آوردند و بطور وسیعی در دریاها و شمالی پخش شدند. گروه چهارم گونه های مدیترانه ای هستند که از حوزه های دریای آزوف – سیاه به دریای خزر بطور مستقل و بوسیله بشر به دریای خزر معرفی شدند (Aganaliyev, 1983; Kasymov, 1987).

بر اساس شوری نیز چهار گروه بنتیک در دریای خزر تشخیص داده شده اند:

۱ – فرم های آب شیرین، در داخل مصبها با شوری ۲-۰ گرم در لیتر

۲- فرمهای ساحلی و لب شور و بیان کننده فون بومی دریای خزر هستند و اساسا در شوری بین ۰-۲ الی ۷ گرم در لیتر زیست می کنند. بعضی از آنها اوری هالین بوده و در دامنه شوری وسعیتر و نقاط عمیق تر می توانند زیست نمایند. (Romanova, 1958).

۴- فرمهای دریائی، بی مهرگانی با منشا مدیترانه ای و نمک دوست می باشند که توده اصلی جمعیت آنها در شوری بیش از ۸-۱۰ گرم در لیتر مشاهده می شوند.

Zenkovich حدود ۴۵۰ گونه از موجودات با زندگی آزاد، متازوآ در دریای خزر در سال ۱۹۶۳ گزارش نمود. ولی Chesunov (۱۹۷۸) حدود ۵۵۰ گونه در سال ۱۹۷۸ و Kasymov (۱۹۸۷) حدود ۹۵۰ گونه در سال ۱۹۸۷ از این موجودات را ذکر کردند. بنابراین این احتمال وجود دارد که تعداد گونه ای واقعی متازوآ با زندگی آزاد حدود ۱۵۰۰ یا حتی ۲۰۰۰ گونه باشد (Aladin and Plotnikov, 2004).

این مطالعه نشان داد که ۳۳۵ گونه فیتوپلانکتون در سواحل ایران در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ شناسائی شدند که Chlorophyta، Bacillariophyta و Cyanophyta دارای بیشترین فراوانی گونه ای هستند (جدول ۱-۳). اما فراوانی تعداد گونه های فیتوپلانکتون در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ نشان می دهد که تعداد گونه ها در دوره دوم یعنی بعد از شانه دار کاهش چشم گیری نداشته است ولی گونه های جدیدی در این دوره در نمونه ها مشاهده شدند ولی در مورد زئوپلانکتون و بنتوز این تنوع گونه ای بشدت کاهش داشته است (جدول ۱-۳، ۳-۳ و ۳-۵).

طبق گزارش Kovalev تهاجم شانه دار به دریای سیاه در دهه های ۱۹۸۰ موجب کاهش تراکم زئوپلانکتون در این دریا گردید، از طرفی ورود این جانور در تابستان ۱۹۸۹ سبب کاهش فراوانی گونه های پاروپایان (copepoda) و کلیه گونه های آنتن منشعبان (Cladocera)، گاستروپودا و پلی کتها گردید (Kovalev et al., 1998). در سال ۱۹۹۶ زمانی که فراوانی شانه دار کاهش یافت بطور چشمگیری زیتوده زئوپلانکتونها افزایش پیدا کرد و باعث افزایش گونه های زئوپلانکتون نظیر Copepoda و گونه هائی که ناپدید شده بودند همچون Centropages mediteranea از شاخه Cladocera گردید (Puracell et al., 2001). بر اساس نتایج این مطالعه این روند تغییرات در ترکیب گونه ای، فراوانی زئوپلانکتون در دریای خزر نیز اتفاق افتاده است. بطوریکه افزایش فراوانی شانه دار همراه با کاهش جمعیت زئوپلانکتونی در دریای خزر می باشد. لالوئی و همکاران، ۱۳۷۵ قبل از ورود شانه دار

به دریای خزر میانگین فراوانی زئوپلانکتون در دریای خزر ۱۷۴۴۶ عدد در متر مکعب گزارش نمودند در صورتیکه در بعد از ورود شانه تعداد آنها بشدت کاهش یافته است (شکل ۳۲-۳).

همانطوریکه بیان شد ساختار جمعیت و فراوانی گونه ای هم فیتوپلانکتون و هم زئوپلانکتون و بنتوز در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ در دو دوره قبل و بعد از ورود شانه دار بشدت تغییر کرده است. شاخص تنوع گونه ای فیتوپلانکتون اندیکاتور مناسبی برای تعیین آلودگی در اکوسیستمهای آبی می باشد (Mason, 1998). جدول ۱-۴ سه طبقه کیفیت آب که بر اساس شاخص تنوع زیستی (Shannon and Wiener, 1949) تعریف شده آورده شده است مقدار بیشتر این شاخص نشانه سالم بودن بیشتر اکوسیستم (آلودگی کمتر) در حالیکه مقدار پائین تر این شاخص نشانه تنوع زیستی کمتر و سلامت کمتر اکوسیستم (آلودگی بیشتر) می باشد.

جدول ۱-۴ - طبقه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص شانون-وینر (Mason, 1998)

| شاخص شانون-وینر | طبقه | شرایط |
|-----------------|------|--------------|
| ۳< | I | آب تمیز |
| ۱-۳ | II | نسبتاً آلوده |
| ۱> | III | بشدت آلوده |

شاخص شانون-وینر بر اساس فراوانی برای فیتوپلانکتون بین ۱/۰ الی ۴/۵ بیت متغیر است (Mason, 1998). از نظر تئوری کاربرد برای توصیف مجموعه های بیولوژیک، مقدار زیاد شاخص تنوع زیستی نشانه اکوسیستم سالمتر است در حالیکه مقدار کمتر آن نشاندهنده سلامت کمتر اکوسیستم می باشد. از این نظر، تنوع زیستی باید از الیگوتروف بسمت یوتروف کاهش یابد (Rakocevic-Nedovic and Holler, 2005). در این مطالعه شاخص شانون-وینر بین ۱/۳۹ (در سال ۷۹-۱۳۷۸) و ۳/۰۲ (در سال ۱۳۸۳) در نوسان بود. تنوع گونه ای فیتوپلانکتون در آبهای خیلی اولیگوتروف معمولاً کم است. بعنوان شاخصی برای وضعیت تروفیکی مقدار آن در شرایط مزوتروف افزایش می یابد و مقدار بیش از ۲ بیت بر سل هم در آبهای مزوتروف و هم در آبهای کمی یوتروف مشاهده می گردد (Ogawa and Ichimura, 1984; Moncheva et al., 2001). بر اساس جدول ۱-۴ و شکل ۳۰-۳ می توان بیان نمود که قبل از مشاهده شانه دار در دریای خزر، دریای خزر دارای شرایط اولیگوتروف و بعد از ورود شانه دار مزوتروف می باشد.

براساس گزارش Shiganova et al, 2003 در محل‌هاییکه تجمع زیادی از شانه دار وجود دارد در مقابل مکان‌هاییکه تجمع آنها کمتر است، تنوع زیستی فیتوپلانکتون بیشتر می باشد (بترتیب ۲/۷۶-۳/۹۹ و ۲/۷۹-۲/۰). Nasrollahzadeh et al., 2008 نیز نتایج مشابه را گزارش نمودند. براساس گزارش آنها مقدار شاخص تنوع زیستی در دوره قبل از ورود شانه بین ۱/۴۱-۱/۰۱ بود که به ۱/۴۵-۲/۴۱ در دوره بعد افزایش یافته است. نتایج فوق کاملاً با نتایج بدست آمده در این مطالعه انطباق دارد. همچنین Nasrollahzadeh et al., 2008 با استفاده از شاخصها و معیارهای مختلف، شاخص تروفی (TRIX) دریای خزر (TRIXCS) را مشخص نموده و نتیجه گیری کرده اند که دریای خزر از وضعیت الیگوتروف در قبل از ورود شانه دار در دریای خزر به مزوتروف تا یوتروف در بعد از حضور شانه دار شیفتموده است.

برعکس فیتوپلانکتون که شاخص تنوع زیستی آنها در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ تقریباً روند افزایشی داشته است برای زئوپلانکتون و کفزیان این شاخص در طی سالهای مذکور روند کاهشی شدیدی را نشان می دهد و دو پریود در آنها کاملاً مشهود است. شاخص تنوع زئوپلانکتون در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۸ (قبل از ورود شانه دار) بین ۱/۳۰۴ الی ۱/۶۰۴ و در سالهای ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۵ بین ۰/۱۹۴ الی ۰/۷۹۳ متغیر بود و نشان‌دهنده کاهش شدید آن در دور دوم می باشد (شکل ۴۴-۳) و بین آنها اختلاف خیلی معنی داری نیز وجود دارد (جدول ۸-۳؛ $P < 0.001$). در مورد بنتوزها نیز روند مشابه ای مشاهده شد بطوریکه بترتیب بین ۲/۴۳۴ الی ۲/۵۱۳ و ۰/۶۸۷ الی ۱/۵۸۹ در نوسان بود (جدول ۵۹-۳).

اساس بیشتر مشخصهای بنتیک که اخیراً توسعه یافته است

(Grall and Glémarec, 1997; Weisberg et al., 1997; Borja et al., 2000; Rosenberg et al., 2004)

بر مبنای مدل Pearson and Rosenberg (1978) قرار دارند. این مدل جوامع ماکروفون در امتداد گرادیان افزایشی اختلال (غنی سازی مواد آلی اولیه) با تغییر در تنوع، فراوانی و ترکیب گونه ای مطابق تحمل آنها در برابر این اختلال را توضیح می دهد. بیشتر این شاخصها برای تعیین اختلالات ناشی از فعالیتهای انسانی شامل لاروبی، تخلیه زباله، فعالیتهای مهندسی، طرحهای فاضلاب، برداشت شن و ماسه با موفقیت آزمون شده اند (Muxika et al., 2005). AMBI یکی از شاخصهای مهم برای ارزیابی اثرات ناشی از فعالیتهای انسانی می باشد. ولی علاوه بر عوامل ناشی از فعالیتهای انسانی، عوامل ناشی از فرآیندهای طبیعی نیز می توانند بر روی این شاخصها اثر داشته

باشند. Kroncke and Reiss, 2010 نشان دادند وجود یک زمستان سخت در سال ۱۹۷۸/۷۹ در دریای شمال سبب شده است که وضعیت کیفی اکولوژیکی از وضعیت خوب و عالی به متوسط یا ضعیف و حتی بد تقلیل یابد.

شاخصهای تنوع شانون - وینر ابزار متداولی برای اندازه گیری تغییرات در جوامع بنتیک و همچنین بطور گسترده برای ارزیابی وضعیت کیفی اکولوژیکی بکار برده می شود (Kroncke and Reiss, 2010). با استفاده از نرم افزار AMBI در این مطالعه مشخص شد که شاخص شانون - وینر موجودات کف در تمام فصول در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ در حد متوسط بود ولی در سالهای ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۴ در اغلب فصول به محدوده بد تنزل پیدا نمود اگر چه شاخص AMBI، که یک شاخص برای ارزیابی کیفی اکولوژیکی برای محیطهای دریایی ناشی از فعالیتهای انسانی می باشد، در طی سالهای مورد مطالعه تغییر فاحشی نشان نمی دهد (شکل ۵۵-۳)، ولی شاخص مهم M-AMBI که ترکیبی از چندین شاخص بوده و دارای حداقل ضریب تغییرات می باشد (Kroncke and Reiss, 2010) تقریباً تغییرات مشابه ای مانند شاخص شانون-وینر را نشان می دهد (شکل ۵۵-۳). بر اساس این شاخص وضعیت کیفی اکولوژیکی دریای خزر در سواحل ایران در سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۵ در همه فصول در محدوده عالی قرار داشت ولی در سالهای بعد (بعد از حضور شانه دار) به محدوده خوب تا متوسط تنزل یافت.

همانطوریکه قبلاً هم ذکر شد نمونه برداری بطور مداوم در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۸۵ انجام نشد. همچنین منطقه نمونه برداری نیز در همه سالها ثابت نبود و در بعضی از سالها فقط تا عمق ۱۰ متر نمونه برداری صورت گرفت بنابراین امکان تعقیب و لینک داده های اکولوژیکی با صید و ذخایر ماهیان با اطمینان زیاد وجود ندارد ولی براساس تجزیه و تحلیل انجام شده می توان ب شکل زیر نتیجه گیری نمود:

در طی سالهای ۱۳۷۳ الی ۱۳۷۹ (قبل از حضور شانه دار در دریای خزر) شاخصهای تنوع زیستی فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و بنتوز موید یک وضعیت نسبتاً خوب در دریای خزر بود. میزان صید ماهیان در وضعیت خوبی قرار داشت. عمده صید اصلی دریای خزر را کیلکا ماهیان (ماهیان پلاژیک و زئوپلانکتون خوار) تشکیل می دادند و بین کیلکا ماهیان که سه گونه در دریای خزر می باشند، کیلکای آنچوی بیشترین میزان صید را دارا بود و بیش از ۸۰٪ از حدود بیش از ۸۰ هزار تن صید ایران را بخود اختصاص می داد. ولی در طی سالهای ۱۳۸۰ به بعد (بعد از ورود و حضور شانه دار در دریای خزر) احتمالاً بدلیل تغذیه بسیار شدید شانه دار مهاجم از مجموعه های زئوپلانکتون، فیتوپلانکتون فرصت رشد بیشتری پیدا کردند و تنوع زیستی افزایش یافت ولی برعکس وزن

توده زنده و تنوع زیستی ژئوپلاتکتون بشدت کاهش یافت و از حالت اولیه خارج شد. بنابراین غذای کیلکا ماهیان بخصوص کیلکای آنچوی، که غذای اصلی آنرا جنس *Eurytemora* تشکیل می داد بدلیل از بین رفتن ذخایر آنها، بشدت کاهش یافت. در شرایط جدید فقط ذخایر کیلکای معمولی که دارای دامنه غذائی وسیعتری نسبت به دو گونه آنچوی و چشم درشت می باشد تقریباً ثابت ماند. و ذخایر ماهیان کفزی خوار مثل کپور و سفید تقریباً مطلوبتر شد. ولی باید توجه داشت که کیلکا ماهیان بدلیل تغذیه از زنجیره های پائین غذائی همیشه در دریای خزر از بیشترین ذخایر برخوردار بوده و همیشه بیشترین میزان صید به آنها تعلق داشت و بهبود نسبی ذخایر ماهیان استخوانی بهیچ وجه نابودی ذخایر کیلکا ماهیان را جبران نخواهد کرد. از طرف دیگر طبق برآورد انجام شده توسط کارشناسان روسیه سالانه ۳۰۰ هزار از ذخایر کیلکا ماهیان (بخصوص آنچوی) مورد تغذیه ماهیان خاویاری و فک دریای خزر قرار می گرفت (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۶). اگرچه ذخایر ماهیان خاویاری بدلیل صید بی رویه و از بین رفتن محلهای تخمیزی و عدم بازسازی مطلوب ذخایر آنها تقریباً از بین رفته است ولی این فرضیه هم می توان مطرح باشد که نابودی ذخایر کیلکا ماهیان هم می توان یکی از علل اصلی کاهش شدید ذخایر ماهیان خاویاری در دریای خزر باشد.

منابع

- تجلی پور م.، ۱۳۸۵. بررسی جانوران بستر دریای خزر (آستارا-انزلی). دانشگاه جندی اهواز. ۱۳۸ ص.
- پورغلام ر.، سدف و.، یرملچف ا.، بشارت ک.، فضل ح. ۱۳۷۵. ارزیابی ذخایر کلیکا ماهیان به روش هیدروآکوستیک. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران
- حسینی ع.، گنجیان ع.، مخلوق آ.، کیهان ثانی ع.، تهامی ف.، محمد جانی ط.، حیدری ع.، مکارمی م.، مخدومی ن.، روشن طبری م.، تکمیلیان ک.، روحی ا.، رستمیان م.، فلاحتی م.، سبک آرا ح.، خسروی م.، واردی ا.، هاشمیان ع.، واحدی ف.، نصرالله زاده ساروی ح.، نجف پور ش. ۱۳۸۷. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی حوضه جنوبی دریای خزر (۷۶-۱۳۷۵). پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۳۵۵ ص.
- روشن طبری م. ۱۳۷۹. پراکندگی زئوپلانکتونهای حوضه جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم. ۷۵ ص.
- روحی، ا.، فارابی م.و.، رستمیان م.، روشن طبری م.، پورغلام ر.، فضل ح.، نگارستان ح.، آذری ع.، گنجیان ع.، واحدی ف.، کیهان ثانی ع.، خدا پرست ن.، اسلامی ف.، نصرالله تبار ع.، علومی ی.، پورمند ت.، کارد م.، دوستدار م.، احمد نژاد ا.، ۱۳۸۸. بررسی کنترل بیولوژیک شانه دار مهاجم دریای خزر *Mnemiopsis leidyi* با استفاده از شانه دار خوار شکارگر *Beroe ovata*. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر. ۵۱ ص.
- سلمانف، م.آ. ۱۹۸۷. نقش میکروفلورها و فیتوپلانکتونها در پروسه های تولیدی دریای خزر. ترجمه ابوالقاسم شریعتی (۱۳۷۲). مرکز علوم و صنایع شیلاتی میرزا کوچک خان رشت. ۳۴۹ ص.
- شریعتی، ا. ۱۳۷۱. دریای خزر و فائون و تولیدات بیولوژیکی (جلد سوم) مرکز تحقیقات شیلات گیلان.
- کاتونین، د. ۱۳۷۵. بررسی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی سواحل جنوبی دریای خزر، مرکز تحقیقات شیلاتی مازندران. ۳۸۹ ص
- مائی سیو پ.آ. و فیلاتووا ز.آ. ۱۹۸۵. جانوران و تولیدات زیستی دریای خزر. ترجمه ابوالقاسم شریعتی (۱۳۷۳).
- مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۴۰۵ ص.
- مولوی، ح. ۱۳۸۶. راهنمای عملی SPSS-10-13-14 در علوم رفتاری: تحلیل توصیفی و استنباطی داده ها در طرحهای پژوهشی، آمار و روانسنجی. انتشارات پویش اندیشه، ۱۸۴ ص.

لالوئی، ف. و همکاران. ۱۳۸۳. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی در اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۳۹۱ ص.

نصرالله زاده، ح. کریم زاده، ح. ملک شمالی، م. ۱۳۷۶. بررسی هیدروکربورهای نفتی در سواحل دریای خزر از آستارا تا رامسر. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان ۵ ص.

نصرالله زاده ساروی، ح. واحدی، ف. ۱۳۷۳، بررسی تغییرات دمایی در اعماق مختلف و نقاط ترموکلاین در حوضه جنوبی دریای خزر، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران (سمینار ارایه گزیده دستاوردهای تحقیقاتی). ۱۵ ص.

هاشمیان، ع.، روشن طبری م.، روحی ا.، مخلوق آ.، گنجیان ع.، تهامی ف.، رستمیان م.، کیهان ثانی ع. سالاروند غ.، افرایی م.، شیخ الاسلامی ع.، فراخی ع.، امانی ق.، واحدی ف.، علومی ی.، نصراله تبار ع.، واردی ا.، واحدی ف.، نجف پور ش.، سلمانی ع.، غلامی پور س.، یونسی پور ح. ۱۳۸۸. هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های

زیست محیطی در اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۱۰۲ ص.

- Agamaliyev F. G., 1983. Infusoria of the Caspian. Systematization, ecology and zoogeography.
- Aladin, N., Plotnikov, I., 2004. The Caspian Sea, pp. 4–6, Available from: <http://www.worldlakes.org>.
- Bagirov R.M., 1989. The Azov and Black Sea species introduced to the Caspian benthos and biofouling. Abstract from the Dotoral thesis, Baku. (In Russian).
- Berg L. S., 1928 About the Origins of the Northern Elements in the Caspian Fauna. Records of
- Birstein, 1939. The North Caspian Benthos. Zool. Zurn, 18(3). (in Russian)
- Borja, A., Franco, J., Pérez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40 (12), 1100–1114.
- Cebrian J, Shurin JB, Borer ET, Cardinale BJ, Ngai JT, 2009. Producer Nutritional Quality Controls Ecosystem Trophic Structure. PLoS ONE 4(3): e4929. doi:10.1371/journal.pone.0004929
- Chester, R. 1990. Marine geochemistry, London, UNWIN HYMAN. 698P.
- Chesunov. 1978. New Species of Free Nemethoda of the Caspian. Zool. Zhurn., 57(4), 505-511 (in Russian).
- Daskalov, G.M., Mamedov, E.V., 2007. Integrated fisheries assessment and possible causes for the collapse of anchovy kulak in the Caspian Sea. ICES J. Mar. Sci. 64, 503–511.
- Derzhavin A. N., 1912. The Caspian Elements in the Volga Basin Fauna. Ichthyology Laboratory, 2, 5. (in Russian)
- Desikachary, T.V. 1985. Cyanophyt. New delhi.
- Dumont, H. (1995). Ecocide in the Caspian. Nature 377: 673–674.
- Dumont, H. J., 1998. The Caspian Lake: history, biota, structure, and function. Limnology and Oceanography 43: 44–52.
- FAO, 1992. Guildlines for the pollution of environmental management of coastal aquaculture. Food and agriculture Organization of the United Nations, Fisheries Department, Italy, 122 pp.
- Fazli, H.; Zhang, C.I.; Hay, D.E.; Lee, C.W.; Janbaz, A.A. and Borani M.S., 2007. Population ecological parameters and biomass of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in the Caspian Sea. Fisheries Science. 73(2), 285-294
- Fazli, H.; C.I. Zhang, D.E. Hay, C.W. Lee. 2009a. Fishery Biological Characteristics and Changes in Annual Biomass of Bigeye Kilka (*Clupeonella grimmi*) in the Caspian Sea. Asian Fisheries Science. 22: 923-940.

- Fazli, H., C.I. Zhang, D.E. Hay, C.W. Lee, 2009b. Stock assessment and management implications of anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in Iranian waters of the Caspian Sea. *Fisheries Research*. 100: 103-108.
- Findlay D. L., S. E. M. Kasian, M. P. Stainton, K. Beaty, and M. Lyng. 2001. Climatic influences on algal populations of boreal forest lakes in the Experimental Lakes Are. *Limnol. Oceanogr.*, 46(7), 1784-1793
- Ganjan A., and Hossaini A., 1998. The density and distribution of the dominant phytoplankton in the southern part of the Caspian Sea, *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 7: 107.
- Ganjan Khenari, A., Wan Maznah, W.O., Yahya, K., Najafpour S., Najafpour G., Roohi, A. and Fazli, H., 2010. Seasonal succession of phytoplankton community structure in the southern part of Caspian Sea. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 8(2): 146-155.
- Glukhovtsev I. (1997) Kazakhstan Section of the Caspian. In: *Caspian Magazine*. (in Russian)
- Grall, J., Glémarec, M., 1997. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44 (Supplement A), 43-53.
- Greenberg, A.E., Clesceri, L.S., Eaton, A.D., 1992. Standard methods for the examination. Publication (APHA) Washington DC.
- Habit & etal, R.N. and, Pankow H., 1976. *Algenoflora dar ostse vebhusta fischers verlaggena*.
- Holme N.A. and A.D. McIntyre, 1984. *Methods for the study of Marine Benthos*. Blackwell Scientific Publications, London
- Ivanov P.I., Kamakim A., Ushivtzev V., Shiganova T., Zhukova O., Aladin N., Wilson S., Harbison G., Dumont H., 2000. Invasion of Caspian Sea by the comb jelly fish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). *Biological Invasions* 2: 255-258.
- Kasymov, A.G., 1987. *Wildlife of the Caspian Sea*. Baku: 156 pp.
- Kasymov A. G., 1994. *Ecology of the Caspian Lake*. Baku. Azerbaijan. (in Russian)
- Kasymov A. G., 1997. *The Qualifier of Copepoda Crustacenas of the Caucasus*. Baku, Elm. (in Russian)
- Katunin D. N. , Dubrovskaya, I. N., Khripunov, I.A., Ivanov. N.V. 1986. Hydrochemical conditions in the middle and south Caspian Sea. (in Russian). In: *The Caspian Sea. Hydrology and hydrochemistry*. M: Nauka, pp 206-244.
- Kennish, M. J. 2001. *Marine science*. CRC press. 3 ed. P .876.
- Kideys A.E., Roohi A., Eker-Develi E., Melin F. and Beare D. 2008. Increased Chlorophyll Levels in the Southern Caspian Sea Following an Invasion of Jellyfish. *Research Letters in Ecology*. doi:10.1155/2008/185642.
- Kideys A. E., S. Ghasemi, D. Ghninejad, A. Roohi and S. Bagheri 2001. Strategy for combatting *Mnemiopsis* in the Caspian waters of Iran. A report prepared for the Caspian Environment Programme, Baku, Azerbaijan, Final Report, July 2001.
- Kideys A.E. and M. Moghim 2003. Distribution of the alien ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea in August 2001. *Marine Biology* 142: 163-171.
- Klausmeier, C. A., Litchman, E., Daufresne, T. Levin, S. A., 2004. Optimal nitrogen-to-phosphorus stoichiometry of phytoplankton. *Nature* 429, 171-174
- Knipovich N. M., (1938. *Hydrology of seas and brackish waters*. M.-L., Pischepromizdat. (in Russian)
- Kosarev A. N., Yablonskaya E. A., 1994. *The Caspian Sea*. SPB. The Hague, 259 pp
- Kovalev, A. V., S. Besiktepe, J. Zagorodnyaya & A. Kideys, 1998. Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing. In Ivanov, L. & T. Oguz (eds), *Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands: 47: 199-207.
- Kremer, P. M. (1993). Ctenophore population dynamics: patterns of abundance for *Mnemiopsis leidyi* in U.S. coastal waters. *ICES Statutory meeting* L.36: 1-9.
- Kröncke I., Reiss H., 2010. Influence of macrofauna long-term natural variability on benthic indices used in ecological quality assessment. *Marine Pollution Bulletin* 60 (2010) 58-68
- Kritski S.N., Korenistov, D.V., and Ratkovich, D.Y. 1975. *Caspian Sea level fluctuation*. (in Russian). M.: Nauka: 157 p.
- Nauka, 1983. (in Russian)
- Labruno, C., Amouroux, J.M., Sarda, R., Dutrieux, E., Thorin, S., Rosenberg, R., Grémare, A., 2006. Characterization of the ecological quality of the coastal Gulf of Lions (NW Mediterranean). A comparative approach based on three biotic indices. *Marine Pollution Bulletin* 52 (1), 34-47.
- Lawrence, S.C., Malley, D.F., Findlay W.J., Maciver, M.A. & Delbsere, I.L., 1987. Method for estimating dry weight of freshwater Planktonic Crustaceans from measures of length and shape. *CAN.J.fish. AQUAT.* 1987. VOL.44, no. suppl .1, pp: 246-274
- Levels of Salinity. *Acta of VNIRO*, 38(1), 277-296. (in Russian)

- Madihah Jafafr Sidik, Md. Rashed-Un-Nabi, Md, Azharul Hoque, 2008. Distribution of phytoplankton community in relation to environmental parameters in cage culture area of Sepangger Bay, Sabah, Malaysia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80: 251-260.
- Mason, C.F., 1998. *Biology of freshwater pollution*. Longman Scientific and Technical.
- Moncheva, S. Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., Krastev, A., 2001. Phytoplankton blooms in Black Sea and Mediterranean coastal ecosystems subjected to anthropogenic eutrophication: similarities and differences. *Estuarine. Coastal and shelf Science* 53, 281-295.
- Montecino V. and Quiroz D. 2000. Specific primary production and phytoplankton cell size structure in an upwelling area off the coast of Chile (30°S). *Aquat.sci.*62: 364–380
- Mordukhai-Boltovskoy P. D. 1979. Composition and distribution of Caspian fauna in the light of modern data. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.*, 64. 383–392.
- Muxika, I., Borja, A., Bald, J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55 (1–6), 16–29.
- Nasrollahzadeh H.S., Din, Z.B., Foong S.Y. and Makhloogh A. 2008. Trophic status of the Iranian Caspian Sea based water quality parameters and phytoplankton biodiversity. *Continental Shelf Research* 28 : 1153-1165.
- Newel, C.E., 1977. *Marine plankton*. Hutchinson of London.
- Nybakken, J.W. 1997. *Marine Biology*. Wesley lonyma Inc. pp: 9-11
- Ogawa, Y. and Ichimura, S. 1984. Phytoplankton diversity in inland waters of different trophic status, *Japanese Journal of Limnology* 45: 173-177.
- Petupa ,L.S., 1952. Average weight of zooplankton original form in Black Sea . *Cevastop .Biol .st .9*,pp: 37-39
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 144.
- Purcell JE, Breitburg DL, Decker MB, Graham WM, Youngbluth MJ, Raskoff KA. 2001. Pelagic cnidarians and ctenophores in low dissolved oxygen environments: a review. In: Rabalais NN, Turner RE (eds) *Coastal hypoxia: consequences for living resources and ecosystems*. AmGeophys Union, Washington DC, *Coast Estuar Stud* 58:77–100
- Rakocvic-Nedovic J. and Holler, H., 2005. Phytoplankton community and chlorophyll as trophic state indices of lake Skadar (Montenegro, Balkan). *ESPR-Environmental Science and pollution Research* 12(3): 146-152.
- Reyes I.G. Mart'ın, M. Reina, A. Arechederra, L. Serrano, M.A. Casco and J. Toja. 2007. Phytoplankton from NE Doñana marshland ("El Cangrejo Grande", Doñana Natural Park, Spain). *Limnetica*, 26 (2): 307-318 (2): 1-10
- RILEY, J. P., AND G. SKIRROW [Eds.]. 1975. *Chemical oceanography*, v. 3. 2nd ed. Academic Press, New York and London. xviii + 564 p.
- Roohi R., Kideys A. E. Sajjadi A., Hashemian1, Pourgholam R., Fazli H., Ganjian A. K. and Eker-Develi E., 2010. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Biol Invasions*, 12: 2343-2361, DOI 10.1007/s10530-009-9648-4
- Romanova N. N., 1958. The Distribution and Ecological Features of North Caspian Amphipoda и Cumacea. *Reports of USSR AS*. 121(3), 553–556. (in Russian)
- Rosenberg, R., Blomqvist, M., Nilsson, H.C., Cederwall, H., Dimming, A., 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49 (9–10), 728–739.
- Salmanov, M.A., 1987. The role of microflora and phytoplankton in production processes of the Caspian Sea. *M: Nauka*: 214 p.
- Sapozhnikov, V.V., Agativa, A.E., Arjanova, N.V., Nalitova, E.A., Mardosova, N.V., Zobarowij, V.L., Bandarikova, E.A., 1988. *Handbook of chemical in sea*, Russian Publication, Moscow, Russia.
- Sarker, R.R., Petrovskii, S.W. Biswas, M. and Chattopadhyay, J. 2006. An ecological study of a marine plankton community based on the field data collected from Bay of Bengal. *Ecological Modelling* 193: 589-601.
- Sarnelle O., 2005. *Daphnia* as keystone predators: effects on phytoplankton diversity and grazing resistance. *JOURNAL OF PLANKTON RESEARCH*, 27 (12) 1229–1238.
- Shannon, C. E.; Wiener, W, 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois, Urbana. IL.
- Shiganova T. A., Kamakin, Sapozhnikov, V.V., Musaeva, E. I., Damanov, M.M., Bulgakova, Y.V., Beiv, A.A., Zazulya, N.I., Zernova, V.V., Kuleshov, A.F., Sokol'skii, A.F., Imirbaeva, R.I., Mikuiza,

- A.S., 2003. Factors determining the conditions of distribution and quantitative characteristics of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the North Caspian. *Oceanography* 43, 676-693.
- Shiganova T.A., 1997. *Mnemiopsis Leidyi* abundance in the Black Sea and its impact on the pelagic community. In: Ozsoy E, Mikaelyan A (eds) *Sensitivity of North Sea, Baltic Sea and Black Sea to anthropogenic and climatic changes* Kluwer, Dordrecht, pp 117-130
 - Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
 - Sorina, A. 1978. *Phytoplankton Manual*. Unesco, Paris. 340 pp.
 - Telesh, I.V., 2004. Plankton of the Baltic estuarine ecosystems with emphasis of Neva estuary: a review of present knowledge and research perspectives. *Marine pollution bulletin*, 49: 206-240.
 - Vinogradov, M. E., Shushkina, E. A., Musaeva, E. I. and Sorokin, P. Yu. (1989). A new acclimated species in the Black Sea: The ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata). *Oceanology* 29: 220-224.
 - Vollenweider, 1974. *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environment*. Blackwell scientific publication Oxford, London.
 - Weisberg, S.B., Ranasinghe, J.A., Dauer, D.M., Schaffner, L.C., Diaz, R.J., Frithsen, J.B., 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries* 20 (1), 149-158.
 - Wetzel, R.G. and Likens, G.E. 1991. *Limnological analyses* Springer verlag.
 - Wink, H.B., Shapiro, S.S., and Chen, H.J. 1968. A comparative study of various tests of normality. *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1343-1372.
 - Zaika V.E. and N. K. Revkov 1994. Anatomy of gonads and spawning regime of ctenophore *Mnemiopsis* sp. in the Black Sea. *Zoological Journal* 73: 5-10 (in Russian).
 - Zebek, I.V. 2004. Species diversity of net phytoplankton as an indicator of trophic changes in the Urban Lake Jeziorak Maly. *Teka Kom. Ochr. Srod. Pyzyr*, 1:316-321.
 - Zenkevich L. A., 1963. *The Biology of the USSR Seas*. Moscow, Nauka. (in Russian)
 - Zonn I. S., 2000. Three centuries at the Caspian (The Synchronism of Major Historical Events of XVIII-20 cc.). Moscow, 1-72. (in Russian)

پیوست

جدول ۱ میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در سالهای مختلف .

| Report | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| YEAR | | SHAFAF | A-temp | DO_ANA | S | w-temp | PH | NO2 | NO3 | N_TOTAL | N_ORG | NH4 | SiO2 | P_INORG | TOTAL | P_ORG |
| 1373 | Mean | 6.8493 | 17.8114 | 6.4345 | 12.3663 | 15.416 | 8.3140 | 1.5951 | 1.54638 | 5.12121 | 6.53344 | 7.58929 | 0.12469 | 0.89904 | 0.16857 | 0.73082 |
| | N | 1198 | 1459 | 1478 | 1479 | 1479 | 1478 | 1389 | 1373 | 1386 | 1360 | 1224 | 1323 | 1331 | 1389 | 1379 |
| | Std. Deviat | 3.49337 | 6.08265 | 1.35712 | .28884 | 6.8119 | .13855 | 1.05427 | .573329 | 70.6808 | 56.2758 | .518628 | 85.8703 | .482402 | .017077 | .281244 |
| 1375 | Mean | 7.3862 | 19.2554 | 6.0000 | 12.7043 | 16.774 | 8.2450 | 1.2649 | 5.31837 | 2.62437 | 1.24762 | 4.35711 | 8.38921 | 1.09354 | 7.74682 | 6.91810 |
| | N | 1578 | 1608 | 1608 | 1608 | 1608 | 1608 | 1592 | 1591 | 1592 | 1590 | 1567 | 1591 | 1589 | 1588 | 1587 |
| | Std. Deviat | 3.51927 | 6.55744 | 1.15752 | .37471 | 6.7836 | .15893 | 1.04136 | .320479 | 09.1913 | 03.0067 | .898938 | 63.4118 | .752770 | .072838 | .229533 |
| 1378 | Mean | 2.1753 | 21.6817 | 6.3894 | 12.0836 | 19.933 | 8.3633 | 1.9470 | 5.31545 | 9.44655 | 9.19835 | 0.12663 | 2.07960 | 7.18039 | 6.52863 | 2.46003 |
| | N | 591 | 595 | 600 | 595 | 599 | 596 | 580 | 599 | 595 | 595 | 593 | 593 | 598 | 599 | 588 |
| | Std. Deviat | 1.59414 | 6.99781 | 1.25888 | 1.14233 | 7.2143 | .12532 | 1.36179 | .179549 | 29.3262 | 21.2223 | .176340 | 99.2115 | .852835 | .164480 | .683981 |
| 1380 | Mean | 2.6410 | 20.7284 | 9.6741 | 12.6302 | 18.511 | 8.3473 | | | | | | | | | |
| | N | 83 | 79 | 245 | 242 | 246 | 245 | | | | | | | | | |
| | Std. Deviat | 1.43008 | 6.82809 | 1.31910 | .29388 | 6.7070 | .13163 | | | | | | | | | |
| 1381 | Mean | 3.2299 | 24.0921 | 7.9630 | 12.5400 | 22.827 | 8.2359 | | | | | | | | | |
| | N | 77 | 76 | 266 | 261 | 215 | 266 | | | | | | | | | |
| | Std. Deviat | 1.99711 | 5.65468 | 1.72416 | .29609 | 6.0560 | .09641 | | | | | | | | | |
| 1382 | Mean | | | 7.5754 | 12.3528 | 14.390 | 8.3833 | 1.2713 | 7.95856 | 4.59459 | 6.90063 | 8.46414 | 5.84685 | 7.18378 | 9.16486 | 1.98108 |
| | N | | | 112 | 112 | 112 | 112 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 | 111 |
| | Std. Deviat | | | .87746 | .37382 | 3.4524 | .06452 | .38555 | .397868 | 26.3340 | 26.8714 | .336230 | .652823 | .624104 | .560419 | .913244 |
| 1383 | Mean | 3.5018 | 17.0603 | 6.7747 | 11.9416 | 19.705 | 8.3029 | 1.1756 | 3.85697 | 5.19066 | 0.82992 | 8.61851 | 3.50267 | 4.07749 | 5.85503 | 8.97364 |
| | N | 56 | 97 | 178 | 184 | 176 | 183 | 188 | 188 | 182 | 48 | 188 | 187 | 187 | 187 | 187 |
| | Std. Deviat | 2.06446 | 9.19471 | .76575 | .90064 | 6.6602 | .16418 | .82833 | .141397 | 68.0117 | 27.9772 | .142851 | .176479 | .523401 | .029639 | .866896 |
| 1384 | Mean | 3.5799 | 16.7470 | 9.0712 | 11.3504 | 17.287 | 8.3359 | .5724 | 1.83696 | 7.54135 | | 2.67683 | 0.37669 | 2.76263 | 3.01741 | 0.25477 |
| | N | 72 | 215 | 174 | 249 | 262 | 268 | 266 | 257 | 266 | | 262 | 266 | 266 | 266 | 266 |
| | Std. Deviat | 2.10065 | 0.25304 | 1.08762 | 1.52268 | 7.0357 | .14455 | .50447 | .185257 | 53.2430 | | .052515 | .794918 | .853032 | .115031 | .978158 |
| 1385 | Mean | 3.7055 | 18.3135 | 8.6351 | 11.5448 | 17.548 | 8.1471 | .8889 | 6.97520 | 1.28634 | 4.04418 | 1.89252 | 7.05310 | 2.74894 | 8.27471 | |
| | N | 73 | 133 | 227 | 226 | 219 | 227 | 227 | 227 | 227 | 153 | 227 | 226 | 227 | 227 | |
| | Std. Deviat | 2.06619 | 6.00521 | 1.09523 | 1.39169 | 6.8688 | .20976 | .51736 | .783324 | 12.7926 | .793775 | .326774 | .493276 | .558634 | .495568 | |
| Total | Mean | 5.9922 | 19.0075 | 6.7662 | 12.3595 | 17.214 | 8.2898 | 1.3955 | 9.23669 | 9.84845 | 2.60741 | 8.85491 | 2.69109 | 2.35482 | 0.97319 | 9.16199 |
| | N | 3728 | 4262 | 4888 | 4956 | 4916 | 4983 | 4353 | 4346 | 4359 | 3857 | 4172 | 4297 | 4309 | 4367 | 4118 |
| | Std. Deviat | 3.74206 | 6.91435 | 1.63945 | .78339 | 7.0392 | .15582 | 1.08492 | .341449 | 55.1046 | 30.0951 | .798306 | 69.1813 | .987410 | .581595 | .888078 |

جدول ۲ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانه دار) شفافیت آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SHAFAF

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 6587.528 ^a | 7 | 941.075 | 99.602 | .000 |
| Intercept | 28419.252 | 1 | 28419.252 | 3007.845 | .000 |
| PERIOD | 2395.140 | 1 | 2395.140 | 253.498 | .000 |
| SEASONS | 563.178 | 3 | 187.726 | 19.869 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 548.983 | 3 | 182.994 | 19.368 | .000 |
| Error | 31472.541 | 3331 | 9.448 | | |
| Total | 127133.412 | 3339 | | | |
| Corrected Total | 38060.069 | 3338 | | | |

a. R Squared = .173 (Adjusted R Squared = .171)

جدول ۳ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار شفافیت آب در بای خزر
و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: SHAFAF

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|-------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 4.21 | 2.79 | 829 |
| | spring | 6.26 | 3.06 | 743 |
| | summer | 7.22 | 4.00 | 621 |
| | autumn | 4.74 | 3.12 | 665 |
| | Total | 5.52 | 3.44 | 2858 |
| post-invasive | winter | 3.28 | 2.03 | 91 |
| | spring | 2.74 | 1.92 | 185 |
| | summer | 3.37 | 1.74 | 125 |
| | autumn | 2.95 | 1.73 | 80 |
| | Total | 3.04 | 1.88 | 481 |
| Total | winter | 4.12a | 2.74 | 920 |
| | spring | 5.56c | 3.20 | 928 |
| | summer | 6.57d | 3.99 | 746 |
| | autumn | 4.55b | 3.05 | 745 |
| | Total | 5.16 | 3.38 | 3339 |

جدول ۴ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانه دار)
درجه حرارت آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: w-temp

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 124473.339 ^a | 7 | 17781.906 | 978.396 | .000 |
| Intercept | 1161610.126 | 1 | 1161610.126 | 63914.141 | .000 |
| PERIOD | 543.071 | 1 | 543.071 | 29.881 | .000 |
| SEASONS | 108619.904 | 3 | 36206.635 | 1992.162 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 978.796 | 3 | 326.265 | 17.952 | .000 |
| Error | 81385.591 | 4478 | 18.175 | | |
| Total | 1618151.730 | 4486 | | | |
| Corrected Total | 205858.930 | 4485 | | | |

a. R Squared = .605 (Adjusted R Squared = .604)

جدول ۵ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار درجه حرارت آب دریای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: w-temp

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|--------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 11.022 | 1.883 | 868 |
| | spring | 15.719 | 5.422 | 757 |
| | summer | 24.813 | 6.099 | 749 |
| | autumn | 18.565 | 3.945 | 763 |
| | Total | 17.283 | 6.790 | 3137 |
| post-invasive | winter | 11.363 | 1.721 | 361 |
| | spring | 18.055 | 3.857 | 317 |
| | summer | 25.900 | 4.335 | 443 |
| | autumn | 17.899 | 3.202 | 228 |
| | Total | 18.814 | 6.619 | 1349 |
| Total | winter | 11.12a | 1.843 | 1229 |
| | spring | 16.41b | 5.122 | 1074 |
| | summer | 25.22d | 5.533 | 1192 |
| | autumn | 18.41c | 3.796 | 991 |
| | Total | 17.743 | 6.775 | 4486 |

جدول ۶ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانده دار) اکسیژن محلول آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: DO_ANA

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 5379.322 ^a | 7 | 768.475 | 710.981 | .000 |
| Intercept | 198629.758 | 1 | 198629.758 | 183769.1 | .000 |
| PERIOD | 3026.432 | 1 | 3026.432 | 2800.008 | .000 |
| SEASONS | 1308.261 | 3 | 436.087 | 403.461 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 418.368 | 3 | 139.456 | 129.022 | .000 |
| Error | 4801.206 | 4442 | 1.081 | | |
| Total | 228701.181 | 4450 | | | |
| Corrected Total | 10180.528 | 4449 | | | |

a. R Squared = .528 (Adjusted R Squared = .528)

جدول ۷ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار اکسیژن محلول آب دریای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: DO_ANA

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|-------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 7.46 | .87 | 867 |
| | spring | 6.97 | .88 | 757 |
| | summer | 5.27 | .61 | 750 |
| | autumn | 6.10 | .59 | 763 |
| | Total | 6.49 | 1.13 | 3137 |
| post-invasive | winter | 8.81 | 1.66 | 355 |
| | spring | 7.93 | 1.43 | 317 |
| | summer | 7.76 | 1.60 | 362 |
| | autumn | 8.56 | 1.28 | 279 |
| | Total | 8.25 | 1.58 | 1313 |
| Total | winter | 7.85d | 1.31 | 1222 |
| | spring | 7.25c | 1.16 | 1074 |
| | summer | 6.08a | 1.57 | 1112 |
| | autumn | 6.76b | 1.37 | 1042 |
| | Total | 7.01 | 1.51 | 4450 |

جدول ۸ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانه دار) شوری آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: S

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 296.197 ^a | 7 | 42.314 | 73.457 | .000 |
| Intercept | 561980.207 | 1 | 561980.207 | 975602.5 | .000 |
| PERIOD | 125.016 | 1 | 125.016 | 217.029 | .000 |
| SEASONS | 60.166 | 3 | 20.055 | 34.816 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 70.529 | 3 | 23.510 | 40.813 | .000 |
| Error | 2595.609 | 4506 | .576 | | |
| Total | 686046.052 | 4514 | | | |
| Corrected Total | 2891.806 | 4513 | | | |

a. R Squared = .102 (Adjusted R Squared = .101)

جدول ۹ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار شوری آب دریای خزر
و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: S

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|--------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 12.35 | .72 | 868 |
| | spring | 12.16 | .47 | 757 |
| | summer | 12.71 | .48 | 750 |
| | autumn | 12.46 | .50 | 758 |
| | Total | 12.42 | .59 | 3133 |
| post-invasive | winter | 11.92 | 1.19 | 348 |
| | spring | 12.02 | 1.03 | 316 |
| | summer | 11.94 | 1.11 | 442 |
| | autumn | 12.35 | .93 | 275 |
| | Total | 12.03 | 1.09 | 1381 |
| Total | winter | 12.23b | .91 | 1216 |
| | spring | 12.12a | .69 | 1073 |
| | summer | 12.42c | .86 | 1192 |
| | autumn | 12.43c | .65 | 1033 |
| | Total | 12.30 | .80 | 4514 |

جدول ۱۰ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل
و بعد از ورود شانده دار) pH آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PH

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 5.294 ^a | 7 | .756 | 50.602 | .000 |
| Intercept | 261843.438 | 1 | 261843.438 | 1.8E+07 | .000 |
| PERIOD | .337 | 1 | .337 | 22.571 | .000 |
| SEASONS | 2.905 | 3 | .968 | 64.790 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | .579 | 3 | .193 | 12.903 | .000 |
| Error | 67.754 | 4533 | .015 | | |
| Total | 313647.187 | 4541 | | | |
| Corrected Total | 73.048 | 4540 | | | |

a. R Squared = .072 (Adjusted R Squared = .071)

جدول ۱۱ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار pH آب در بای خزر
و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: PH

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|-------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 8.340 | .085 | 868 |
| | spring | 8.279 | .083 | 757 |
| | summer | 8.284 | .105 | 749 |
| | autumn | 8.362 | .124 | 761 |
| | Total | 8.317 | .106 | 3135 |
| post-invasive | winter | 8.286 | .212 | 362 |
| | spring | 8.293 | .159 | 315 |
| | summer | 8.272 | .142 | 450 |
| | autumn | 8.339 | .107 | 279 |
| | Total | 8.293 | .163 | 1406 |
| Total | winter | 8.32b | .138 | 1230 |
| | spring | 8.28a | .111 | 1072 |
| | summer | 8.27a | .120 | 1199 |
| | autumn | 8.35c | .120 | 1040 |
| | Total | 8.310 | .127 | 4541 |

جدول ۱۲ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل
و بعد از ورود شانه دار) سیلیس آب در بای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SIO2

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|--------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 4471443.335 ^a | 7 | 638777.619 | 27.478 | .000 |
| Intercept | 137095064 | 1 | 137095064.2 | 5897.300 | .000 |
| PERIOD | 482296.249 | 1 | 482296.249 | 20.747 | .000 |
| SEASONS | 2220889.209 | 3 | 740296.403 | 31.845 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 358555.213 | 3 | 119518.404 | 5.141 | .002 |
| Error | 89873247.7 | 3866 | 23247.089 | | |
| Total | 316550324 | 3874 | | | |
| Corrected Total | 94344691.1 | 3873 | | | |

a. R Squared = .047 (Adjusted R Squared = .046)

جدول ۱۳ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار سیلیس آب در بای خزر
و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).
Descriptive Statistics

Dependent Variable: SIO2

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|---------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 279.116 | 168.913 | 863 |
| | spring | 244.229 | 177.785 | 730 |
| | summer | 187.987 | 149.143 | 631 |
| | autumn | 261.202 | 168.671 | 754 |
| | Total | 246.719 | 170.279 | 2978 |
| post-invasive | winter | 250.120 | 85.368 | 263 |
| | spring | 191.650 | 90.549 | 226 |
| | summer | 196.463 | 74.665 | 268 |
| | autumn | 225.394 | 106.255 | 139 |
| | Total | 215.487 | 90.654 | 896 |
| Total | winter | 272.34c | 153.979 | 1126 |
| | spring | 231.79b | 162.969 | 956 |
| | summer | 190.51a | 131.445 | 899 |
| | autumn | 255.62c | 161.034 | 893 |
| | Total | 239.496 | 156.076 | 3874 |

جدول ۱۴ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل
و بعد از ورود شونده دار) NO_2 آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NO2

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 403.796 ^a | 7 | 57.685 | 48.659 | .000 |
| Intercept | 4286.770 | 1 | 4286.770 | 3615.993 | .000 |
| PERIOD | 197.403 | 1 | 197.403 | 166.514 | .000 |
| SEASONS | 122.166 | 3 | 40.722 | 34.350 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 42.196 | 3 | 14.065 | 11.865 | .000 |
| Error | 4621.090 | 3898 | 1.186 | | |
| Total | 13303.714 | 3906 | | | |
| Corrected Total | 5024.886 | 3905 | | | |

a. R Squared = .080 (Adjusted R Squared = .079)

جدول ۱۵ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار NO_2 آب در بای خزر
و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: NO2

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|-------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 1.867 | 1.262 | 850 |
| | spring | 1.560 | 1.197 | 752 |
| | summer | 1.326 | .959 | 666 |
| | autumn | 1.515 | 1.129 | 759 |
| | Total | 1.583 | 1.167 | 3027 |
| post-invasive | winter | 1.108 | .684 | 264 |
| | spring | 1.434 | 1.317 | 208 |
| | summer | .721 | .606 | 268 |
| | autumn | .790 | .504 | 139 |
| | Total | 1.017 | .883 | 879 |
| Total | winter | 1.68d | 1.196 | 1114 |
| | spring | 1.53c | 1.224 | 960 |
| | summer | 1.15a | .914 | 934 |
| | autumn | 1.40b | 1.089 | 898 |
| | Total | 1.456 | 1.134 | 3906 |

جدول ۱۶ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل
و بعد از ورود شانه دار) NO_3 آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NO3

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 42836.048 ^a | 7 | 6119.435 | 16.258 | .000 |
| Intercept | 728575.215 | 1 | 728575.215 | 1935.652 | .000 |
| PERIOD | 10594.444 | 1 | 10594.444 | 28.147 | .000 |
| SEASONS | 17895.937 | 3 | 5965.312 | 15.848 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 4054.677 | 3 | 1351.559 | 3.591 | .013 |
| Error | 1469833.670 | 3905 | 376.398 | | |
| Total | 2477566.196 | 3913 | | | |
| Corrected Total | 1512669.718 | 3912 | | | |

a. R Squared = .028 (Adjusted R Squared = .027)

جدول ۱۷ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار NO_3 آب دریای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: NO_3

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|--------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 14.277 | 14.750 | 856 |
| | spring | 17.750 | 26.780 | 747 |
| | summer | 9.797 | 9.067 | 666 |
| | autumn | 17.024 | 27.684 | 755 |
| | Total | 14.834 | 21.372 | 3024 |
| post-invasive | winter | 21.635 | 9.643 | 255 |
| | spring | 19.308 | 14.138 | 227 |
| | summer | 15.156 | 11.294 | 268 |
| | autumn | 18.889 | 9.847 | 139 |
| | Total | 18.658 | 11.715 | 889 |
| Total | winter | 15.96b | 14.087 | 1111 |
| | spring | 18.11b | 24.428 | 974 |
| | summer | 11.33a | 10.049 | 934 |
| | autumn | 17.31b | 25.740 | 894 |
| | Total | 15.703 | 19.664 | 3913 |

جدول ۱۸ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانه دار) NH_4 آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NH_4

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 156901.726 ^a | 7 | 22414.532 | 40.573 | .000 |
| Intercept | 762434.396 | 1 | 762434.396 | 1380.098 | .000 |
| PERIOD | 25925.016 | 1 | 25925.016 | 46.927 | .000 |
| SEASONS | 28351.230 | 3 | 9450.410 | 17.106 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 25530.852 | 3 | 8510.284 | 15.405 | .000 |
| Error | 2067266.513 | 3742 | 552.450 | | |
| Total | 3554510.018 | 3750 | | | |
| Corrected Total | 2224168.239 | 3749 | | | |

a. R Squared = .071 (Adjusted R Squared = .069)

جدول ۱۹ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار NH_4 آب دریای خزر
و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: NH_4

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|--------|----------------|-----------|
| pre-invasive | winter | 18.158 | 19.482 | 786 |
| | spring | 28.709 | 31.822 | 739 |
| | summer | 23.748 | 32.386 | 652 |
| | autumn | 10.831 | 17.632 | 679 |
| | Total | 20.422 | 26.883 | 2856 |
| post-invasive | winter | 12.752 | 11.341 | 260 |
| | spring | 15.846 | 14.672 | 227 |
| | summer | 12.180 | 10.788 | 268 |
| | autumn | 15.307 | 10.541 | 139 |
| | Total | 13.764 | 12.095 | 894 |
| Total | winter | 16.81b | 17.957 | 1046 |
| | spring | 25.68d | 29.234 | 966 |
| | summer | 20.37c | 28.363 | 920 |
| | autumn | 11.59a | 18.158 | 19.482395 |
| | Total | 18.835 | 28.709 | 31.822207 |

جدول ۲۰ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل
و بعد از ورود شانه دار) نیترا ت ارگانیک آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: N_ORG

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 33695839.5 ^a | 7 | 4813691.352 | 46.739 | .000 |
| Intercept | 183950591 | 1 | 183950591.0 | 1786.085 | .000 |
| PERIOD | 440868.646 | 1 | 440868.646 | 4.281 | .039 |
| SEASONS | 24780829.5 | 3 | 8260276.516 | 80.204 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 8145505.947 | 3 | 2715168.649 | 26.363 | .000 |
| Error | 354391898 | 3441 | 102990.961 | | |
| Total | 1017852490 | 3449 | | | |
| Corrected Total | 388087737 | 3448 | | | |

a. R Squared = .087 (Adjusted R Squared = .085)

جدول ۲۱ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار نیترا ت ارگانیک آب دریای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: N_ORG

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|---------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 449.356 | 321.043 | 863 |
| | spring | 538.709 | 353.017 | 746 |
| | summer | 319.578 | 313.168 | 662 |
| | autumn | 403.408 | 330.504 | 759 |
| | Total | 431.491 | 338.493 | 3030 |
| post-invasive | winter | 432.123 | 42.745 | 56 |
| | spring | 469.955 | 329.500 | 225 |
| | summer | 25.859 | 6.229 | 83 |
| | autumn | 623.401 | 110.125 | 55 |
| | Total | 397.069 | 311.644 | 419 |
| Total | winter | 448.30b | 311.300 | 919 |
| | spring | 522.77c | 348.753 | 971 |
| | summer | 286.85a | 309.338 | 745 |
| | autumn | 418.27b | 325.118 | 814 |
| | Total | 427.310 | 335.491 | 3449 |

۲۲ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانده دار) نیترا ت کل آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: N_TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|-----------|------|
| Corrected Model | 111828214 ^a | 7 | 15975459.13 | 158.200 | .000 |
| Intercept | 1087028567 | 1 | 1087028567 | 10764.507 | .000 |
| PERIOD | 85344230.8 | 1 | 85344230.85 | 845.137 | .000 |
| SEASONS | 526699.142 | 3 | 175566.381 | 1.739 | .157 |
| PERIOD * SEASONS | 17801739.1 | 3 | 5933913.020 | 58.762 | .000 |
| Error | 395549080 | 3917 | 100982.660 | | |
| Total | 1690369191 | 3925 | | | |
| Corrected Total | 507377294 | 3924 | | | |

a. R Squared = .220 (Adjusted R Squared = .219)

جدول ۲۳ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار نیترات کل آب دریای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: N_TOTAL

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|---------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 482.074 | 327.107 | 863 |
| | spring | 584.960 | 364.465 | 751 |
| | summer | 354.579 | 332.214 | 662 |
| | autumn | 436.792 | 336.026 | 757 |
| | Total | 468.420 | 349.270 | 3033 |
| post-invasive | winter | 822.012 | 278.012 | 258 |
| | spring | 698.934 | 161.603 | 227 |
| | summer | 894.140 | 219.955 | 268 |
| | autumn | 890.173 | 220.204 | 139 |
| | Total | 822.983 | 238.901 | 892 |
| Total | winter | 560.31b | 347.246 | 1121 |
| | spring | 611.41c | 332.159 | 978 |
| | summer | 510.06a | 390.147 | 930 |
| | autumn | 507.12a | 360.313 | 896 |
| | Total | 548.998 | 359.585 | 3925 |

جدول ۲۴ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانه دار) نیترات غیر ارگانیک آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: P_INORG

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 17335.207 ^a | 7 | 2476.458 | 26.314 | .000 |
| Intercept | 441706.708 | 1 | 441706.708 | 4693.476 | .000 |
| PERIOD | 8928.644 | 1 | 8928.644 | 94.874 | .000 |
| SEASONS | 2158.631 | 3 | 719.544 | 7.646 | .000 |
| PERIOD * SEASONS | 4971.535 | 3 | 1657.178 | 17.609 | .000 |
| Error | 366373.307 | 3893 | 94.111 | | |
| Total | 950145.732 | 3901 | | | |
| Corrected Total | 383708.514 | 3900 | | | |

a. R Squared = .045 (Adjusted R Squared = .043)

جدول ۲۵ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار نیترا ت غیر ارگانیک آب دریای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: P_INORG

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|---------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 13.275 | 10.502 | 854 |
| | spring | 9.577 | 6.477 | 729 |
| | summer | 9.899 | 6.358 | 665 |
| | autumn | 11.870 | 14.283 | 756 |
| | Total | 11.277 | 10.202 | 3004 |
| post-invasive | winter | 13.513 | 4.094 | 263 |
| | spring | 17.104 | 13.053 | 227 |
| | summer | 13.124 | 4.937 | 268 |
| | autumn | 15.671 | 9.123 | 139 |
| | Total | 14.640 | 8.410 | 897 |
| Total | winter | 13.33c | 9.394 | 1117 |
| | spring | 11.36ab | 9.087 | 956 |
| | summer | 10.82a | 6.158 | 933 |
| | autumn | 12.46bc | 13.676 | 895 |
| | Total | 12.050 | 9.919 | 3901 |

جدول ۲۶ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل و بعد از ورود شانه دار) فسفر ارگانیک آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: P_ORG

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 14676.519 ^a | 7 | 2096.646 | 6.460 | .000 |
| Intercept | 714992.396 | 1 | 714992.396 | 2202.943 | .000 |
| PERIOD | 2415.022 | 1 | 2415.022 | 7.441 | .006 |
| SEASONS | 5493.251 | 3 | 1831.084 | 5.642 | .001 |
| PERIOD * SEASONS | 4812.133 | 3 | 1604.044 | 4.942 | .002 |
| Error | 1194389.619 | 3680 | 324.562 | | |
| Total | 2547526.759 | 3688 | | | |
| Corrected Total | 1209066.138 | 3687 | | | |

a. R Squared = .012 (Adjusted R Squared = .010)

جدول ۲۷ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار فسفر ارگانیک
آب دربای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: P_ORG

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|--------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 17.426 | 15.969 | 856 |
| | spring | 21.632 | 18.152 | 748 |
| | summer | 20.370 | 16.092 | 664 |
| | autumn | 18.480 | 25.467 | 755 |
| | Total | 19.376 | 19.364 | 3023 |
| post-invasive | winter | 16.871 | 10.263 | 205 |
| | spring | 14.821 | 9.284 | 152 |
| | summer | 21.619 | 13.368 | 185 |
| | autumn | 16.038 | 4.184 | 123 |
| | Total | 17.569 | 10.563 | 665 |
| Total | winter | 17.31a | 15.034 | 1061 |
| | spring | 20.48b | 17.169 | 900 |
| | summer | 20.64b | 15.540 | 849 |
| | autumn | 18.13a | 23.680 | 878 |
| | Total | 19.051 | 18.109 | 3688 |

جدول ۲۸ - آنالیز واریانس دو طرفه (فصول و دوره های مختلف قبل
و بعد از ورود شانه دار) فسفر کل آب دریای خزر

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: P_TOTAL

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|------------------|-------------------------|------|-------------|----------|------|
| Corrected Model | 25268.122 ^a | 7 | 3609.732 | 11.708 | .000 |
| Intercept | 2683705.074 | 1 | 2683705.074 | 8704.597 | .000 |
| PERIOD | 15367.385 | 1 | 15367.385 | 49.844 | .000 |
| SEASONS | 4622.411 | 3 | 1540.804 | 4.998 | .002 |
| PERIOD * SEASONS | 3366.558 | 3 | 1122.186 | 3.640 | .012 |
| Error | 1210112.558 | 3925 | 308.309 | | |
| Total | 4946031.114 | 3933 | | | |
| Corrected Total | 1235380.680 | 3932 | | | |

a. R Squared = .020 (Adjusted R Squared = .019)

جدول ۲۹ - میانگین، تعداد نمونه و انحراف معیار فسفر کل آب دریای خزر و همچنین مقایسه دو بدو میانگینها ($P < 0.05$).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: P_TOTAL

| PERIOD | SEASONS | Mean | Std. Deviation | N |
|---------------|---------|---------|----------------|------|
| pre-invasive | winter | 29.640 | 16.816 | 862 |
| | spring | 30.608 | 18.653 | 750 |
| | summer | 30.238 | 18.093 | 665 |
| | autumn | 27.896 | 22.426 | 759 |
| | Total | 29.574 | 19.089 | 3036 |
| post-invasive | winter | 32.565 | 10.524 | 263 |
| | spring | 33.271 | 9.857 | 227 |
| | summer | 38.013 | 11.541 | 268 |
| | autumn | 33.915 | 12.306 | 139 |
| | Total | 34.581 | 11.186 | 897 |
| Total | winter | 30.32ab | 15.620 | 1125 |
| | spring | 31.22bc | 17.052 | 977 |
| | summer | 32.47c | 16.845 | 933 |
| | autumn | 28.82a | 21.285 | 898 |
| | Total | 30.716 | 17.725 | 3933 |

جدول ۱: میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) فیتوپلانکتون در سالهای مختلف در دریای خزر

Report

TEDADM_2

| YEAR1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|----------------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | 15155448.9376 | 1459 | 34114336.16 | 893118.9 |
| 1375 | 9042522.8758 | 1530 | 24064406.03 | 615218.6 |
| 137879 | 132583838.8626 | 422 | 255634176.4 | 1.2E+07 |
| 138081 | 248907558.1395 | 172 | 293728500.8 | 2.2E+07 |
| 1382 | 49831404.9587 | 242 | 68084012.70 | 4376606 |
| 1383 | 28078576.7790 | 267 | 62924101.19 | 3850892 |
| 1384 | 32163909.7744 | 266 | 55240755.17 | 3387028 |
| 1385 | 10839408.8670 | 203 | 19695667.81 | 1382365 |
| Total | 36180995.3957 | 4561 | 116207569.2 | 1720697 |

جدول ۲: میانگین وزن توده زنده میلی گرم در متر مکعب
فیتوپلانکتون در سالهای مختلف در دریای خزر

Report

MASS_1_1

| YEAR1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|-----------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | 258.3837 | 1459 | 475.64800 | 12.45254 |
| 1375 | 113.3440 | 1530 | 286.26128 | 7.31841 |
| 137879 | 603.7350 | 422 | 975.34230 | 47.47892 |
| 138081 | 1033.9657 | 172 | 1544.84389 | 117.79324 |
| 1382 | 197.6406 | 242 | 290.18731 | 18.65395 |
| 1383 | 107.7402 | 267 | 160.66450 | 9.83251 |
| 1384 | 179.7129 | 266 | 304.15534 | 18.64896 |
| 1385 | 59.0315 | 203 | 98.37510 | 6.90458 |
| Total | 245.4284 | 4561 | 577.20926 | 8.54679 |

جدول ۳: تعداد فیتوپلانکتون در لایه و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

TEDADM_2

| YEAR1 | OMGHN | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|-------|----------------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | 0 | 19781250.0000 | 304 | 43688517.31 | 2505708 |
| | 5 | 17909000.0000 | 300 | 31194033.27 | 1800988 |
| | 10 | 18742192.6910 | 301 | 31664692.96 | 1825123 |
| | 20 | 13419913.4199 | 231 | 20059076.70 | 1319790 |
| | 50 | 8910365.8537 | 164 | 48844808.23 | 3814139 |
| | 100 | 2676086.9565 | 92 | 3127944.575 | 326110.8 |
| | 200 | 1773684.2105 | 19 | 2756777.931 | 632448.2 |
| | Total | 15155448.9376 | 1459 | 34114336.16 | 893118.9 |
| 1375 | 0 | 12167179.4872 | 312 | 25772809.62 | 1459098 |
| | 5 | 13214102.5641 | 312 | 32645486.28 | 1848187 |
| | 10 | 11920576.9231 | 312 | 29430395.31 | 1666168 |
| | 20 | 6113442.6230 | 244 | 13534245.29 | 866441.3 |
| | 50 | 2133727.8107 | 169 | 2914881.513 | 224221.7 |
| | 100 | 1172043.0108 | 93 | 1953389.785 | 202557.1 |
| | 200 | 791304.3478 | 23 | 1136547.021 | 236986.4 |
| | Total | 9042522.8758 | 1530 | 24064406.03 | 615218.6 |
| 137879 | 0 | 146175000.0000 | 208 | 281961258.6 | 2.0E+07 |
| | 5 | 133871527.7778 | 144 | 258327338.7 | 2.2E+07 |
| | 10 | 85865882.3529 | 68 | 134982584.6 | 1.6E+07 |
| | Total | 132583838.8626 | 422 | 255634176.4 | 1.2E+07 |
| 138081 | 0 | 269288461.5385 | 52 | 290461786.9 | 4.0E+07 |
| | 5 | 306563043.4783 | 46 | 399405880.1 | 5.9E+07 |
| | 10 | 221965714.2857 | 35 | 217935824.3 | 3.7E+07 |
| | 20 | 198669230.7692 | 26 | 199243085.2 | 3.9E+07 |
| | 50 | 136384615.3846 | 13 | 139769505.8 | 3.9E+07 |
| | Total | 248907558.1395 | 172 | 293728500.8 | 2.2E+07 |
| 1382 | 0 | 59255681.8182 | 88 | 79242779.66 | 8447309 |
| | 5 | 34470967.7419 | 31 | 70263723.18 | 1.3E+07 |
| | 10 | 60625454.5455 | 55 | 53166883.38 | 7169021 |
| | 20 | 42040476.1905 | 42 | 62625285.39 | 9663291 |
| | 50 | 33478947.3684 | 19 | 60578017.46 | 1.4E+07 |
| | 100 | 5700000.0000 | 7 | 8392655.519 | 3172126 |
| | Total | 49831404.9587 | 242 | 68084012.70 | 4376606 |
| 1383 | 0 | 41077884.6154 | 104 | 92901558.67 | 9109747 |
| | 5 | 17066666.6667 | 3 | 26534945.51 | 1.5E+07 |
| | 10 | 23378108.1081 | 74 | 33225055.93 | 3862334 |
| | 50 | 11751851.8519 | 27 | 21992680.08 | 4232493 |
| | 100 | 9840000.0000 | 5 | 6203869.760 | 2774455 |
| | Total | 28182631.5789 | 266 | 63019695.16 | 3863985 |
| 1384 | 0 | 40534000.0000 | 50 | 81980374.98 | 1.2E+07 |
| | 5 | 36193181.8182 | 44 | 58995373.87 | 8893887 |
| | 10 | 33589873.4177 | 79 | 45223072.72 | 5087993 |
| | 20 | 25533333.3333 | 54 | 43961428.20 | 5982393 |
| | 50 | 15351612.9032 | 31 | 18814779.14 | 3379234 |
| | 100 | 53512500.0000 | 8 | 73632571.16 | 2.6E+07 |
| | Total | 32163909.7744 | 266 | 55240755.17 | 3387028 |
| 1385 | 5 | 12594936.7089 | 79 | 19696875.31 | 2216072 |
| | 10 | 10820338.9831 | 59 | 18097654.45 | 2356114 |
| | 20 | 11382926.8293 | 41 | 25947860.24 | 4052375 |
| | 50 | 4485000.0000 | 20 | 6603928.257 | 1476683 |
| | 100 | 2650000.0000 | 4 | 1835755.975 | 917878.0 |
| Total | Total | 10839408.8670 | 203 | 19695667.81 | 1382365 |
| | 0 | 58792808.5868 | 1118 | 159429723.2 | 4768133 |
| | 5 | 48573722.6277 | 959 | 153501282.9 | 4956815 |
| | 10 | 31866408.9522 | 983 | 75068210.26 | 2394304 |
| | 20 | 21076950.1466 | 682 | 58948766.18 | 2257265 |
| | 50 | 11543792.3251 | 443 | 46217060.43 | 2195839 |
| | 100 | 4224880.3828 | 209 | 17052626.49 | 1179555 |
| | 200 | 1235714.2857 | 42 | 2067497.772 | 319021.8 |
| | Total | 36188842.1053 | 4560 | 116219104.9 | 1721056 |

جدول ۴: وزن توده زنده (میلی گرم در متر مکعب) فیتوپلانکتون در لایه و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

MASS_1_1

| YEAR1 | OMGHN | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|-------|-----------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | 0 | 282.3765 | 304 | 519.57982 | 29.79995 |
| | 5 | 296.9620 | 300 | 504.25295 | 29.11306 |
| | 10 | 332.6250 | 301 | 558.35626 | 32.18312 |
| | 20 | 269.2416 | 231 | 484.38014 | 31.86987 |
| | 50 | 135.6343 | 164 | 242.49096 | 18.93536 |
| | 100 | 72.0478 | 92 | 108.89689 | 11.35329 |
| | 200 | 36.2277 | 19 | 38.60207 | 8.85592 |
| | Total | 258.3837 | 1459 | 475.64800 | 12.45254 |
| 1375 | 0 | 129.5108 | 312 | 300.01225 | 16.98485 |
| | 5 | 136.5227 | 312 | 280.93162 | 15.90462 |
| | 10 | 130.5310 | 312 | 275.77952 | 15.61294 |
| | 20 | 128.0808 | 244 | 426.94603 | 27.33242 |
| | 50 | 54.3376 | 169 | 89.67802 | 6.89831 |
| | 100 | 24.1446 | 93 | 50.46172 | 5.23264 |
| | 200 | 6.9144 | 23 | 9.22609 | 1.92377 |
| | Total | 113.3440 | 1530 | 286.26128 | 7.31841 |
| 137879 | 0 | 602.7936 | 208 | 1014.43535 | 70.33844 |
| | 5 | 593.4599 | 144 | 904.08330 | 75.34027 |
| | 10 | 633.5647 | 68 | 1023.26142 | 124.08867 |
| | Total | 603.7350 | 422 | 975.34230 | 47.47892 |
| 138081 | 0 | 1344.1455 | 52 | 2335.39795 | 323.86143 |
| | 5 | 1108.6040 | 46 | 1248.41988 | 184.06947 |
| | 10 | 846.7178 | 35 | 852.26552 | 144.05917 |
| | 20 | 763.2688 | 26 | 885.03221 | 173.56910 |
| | 50 | 574.6646 | 13 | 605.07862 | 167.81861 |
| | Total | 1033.9657 | 172 | 1544.84389 | 117.79324 |
| 1382 | 0 | 210.9905 | 88 | 255.10301 | 27.19407 |
| | 5 | 101.3072 | 31 | 139.83265 | 25.11469 |
| | 10 | 279.4986 | 55 | 308.02584 | 41.53420 |
| | 20 | 200.6362 | 42 | 430.47165 | 66.42322 |
| | 50 | 105.4756 | 19 | 128.48892 | 29.47738 |
| | 100 | 45.4525 | 7 | 72.93745 | 27.56777 |
| | Total | 197.6406 | 242 | 290.18731 | 18.65395 |
| 1383 | 0 | 116.6069 | 104 | 191.68431 | 18.79619 |
| | 5 | 28.2687 | 3 | 34.10593 | 19.69107 |
| | 10 | 121.5350 | 74 | 162.92712 | 18.93989 |
| | 20 | 107.9418 | 44 | 126.31650 | 19.04293 |
| | 50 | 45.8556 | 27 | 46.45073 | 8.93945 |
| | 100 | 105.8604 | 5 | 72.62378 | 32.47834 |
| | Total | 108.1359 | 266 | 160.83697 | 9.86155 |
| 1384 | 0 | 178.5197 | 50 | 267.79995 | 37.87263 |
| | 5 | 178.0829 | 44 | 303.27388 | 45.72026 |
| | 10 | 181.9641 | 79 | 278.47673 | 31.33108 |
| | 20 | 148.4740 | 54 | 269.47940 | 36.67150 |
| | 50 | 222.1753 | 31 | 469.94110 | 84.40391 |
| | 100 | 220.2268 | 8 | 239.31867 | 84.61193 |
| | Total | 179.7129 | 266 | 304.15534 | 18.64896 |
| 1385 | 5 | 74.0028 | 79 | 111.26321 | 12.51809 |
| | 10 | 43.5763 | 59 | 60.07751 | 7.82143 |
| | 20 | 65.8078 | 41 | 130.59072 | 20.39484 |
| | 50 | 38.0549 | 20 | 51.28626 | 11.46796 |
| | 100 | 26.7382 | 4 | 19.65606 | 9.82803 |
| | Total | 59.0315 | 203 | 98.37510 | 6.90458 |
| Total | 0 | 323.0293 | 1118 | 793.43493 | 23.72960 |
| | 5 | 297.2314 | 959 | 604.47640 | 19.51956 |
| | 10 | 259.2833 | 983 | 512.95762 | 16.36081 |
| | 20 | 201.1487 | 682 | 457.48349 | 17.51795 |
| | 50 | 112.3891 | 443 | 244.38777 | 11.61121 |
| | 100 | 55.4549 | 209 | 100.93040 | 6.98150 |
| | 200 | 20.1752 | 42 | 30.29742 | 4.67499 |
| | Total | 245.4817 | 4560 | 577.26135 | 8.54850 |

جدول ۵: تعداد فیتوپلانکتون در اعماق و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

TEDADM_2

| YEAR1 | STATION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|---------|-------------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | 10 | 35597607.7 | 209 | 50926757.78 | 3522677.495 |
| | 20 | 20266423.4 | 274 | 37995415.72 | 2295387.008 |
| | 50 | 11677472.5 | 364 | 19111567.13 | 1001718.301 |
| | 100 | 9687096.8 | 434 | 33587506.19 | 1612251.890 |
| | 200 | 3730898.9 | 178 | 6315499.746 | 473366.71914 |
| | Total | 15155448.9 | 1459 | 34114336.16 | 893118.89746 |
| 1375 | 10 | 31721502.3 | 213 | 53186479.85 | 3644277.551 |
| | 20 | 11740285.7 | 280 | 16124812.46 | 963641.85882 |
| | 50 | 4714136.1 | 382 | 9039816.222 | 462517.23425 |
| | 100 | 3759459.5 | 444 | 9259373.906 | 439430.43891 |
| | 200 | 1433333.3 | 210 | 1765087.615 | 121802.61727 |
| | Total | 9042522.9 | 1530 | 24064406.03 | 615218.56342 |
| 137879 | 2 | 242833823.5 | 68 | 365910869.4 | 44373210.71 |
| | 5 | 143356737.6 | 141 | 273364052.5 | 23021406.19 |
| | 10 | 87748246.4 | 211 | 178714460.3 | 12303210.83 |
| | 20 | 354750000.0 | 2 | 79549512.88 | 56250000.00 |
| | Total | 132583838.9 | 422 | 255634176.4 | 12444077.01 |
| 138081 | 5 | 530080769.2 | 26 | 490620535.3 | 96218603.19 |
| | 10 | 262643243.2 | 37 | 265713557.7 | 43683039.80 |
| | 20 | 182820833.3 | 48 | 187880600.3 | 27118228.79 |
| | 50 | 172734426.2 | 61 | 178357602.3 | 22836350.91 |
| | Total | 248907558.1 | 172 | 293728500.8 | 22396588.22 |
| 1382 | 5 | 63186206.9 | 29 | 96287533.40 | 17880146.08 |
| | 10 | 63277586.2 | 58 | 83267331.15 | 10933536.23 |
| | 20 | 44860000.0 | 60 | 40907076.18 | 5281080.826 |
| | 50 | 49235593.2 | 59 | 59939408.38 | 7803446.302 |
| | 100 | 26672222.2 | 36 | 58250025.68 | 9708337.614 |
| | Total | 49831405.0 | 242 | 68084012.70 | 4376606.097 |
| 1383 | 5 | 67905263.2 | 19 | 69229613.72 | 15882362.64 |
| | 10 | 33258983.1 | 59 | 44102972.99 | 5741718.025 |
| | 20 | 21819607.8 | 51 | 29325456.65 | 4106385.290 |
| | 50 | 23739473.7 | 114 | 82470633.68 | 7724082.537 |
| | 100 | 17725000.0 | 24 | 13404712.02 | 2736225.383 |
| | Total | 28078576.8 | 267 | 62924101.19 | 3850892.455 |
| 1384 | 5 | 45830000.0 | 20 | 64106162.77 | 14334573.77 |
| | 10 | 50570833.3 | 48 | 91142303.88 | 13155258.42 |
| | 20 | 28005882.4 | 68 | 40063371.00 | 4858397.364 |
| | 50 | 20802105.3 | 95 | 27010951.20 | 2771265.120 |
| | 100 | 38028571.4 | 35 | 61688923.46 | 10427331.23 |
| | Total | 32163909.8 | 266 | 55240755.17 | 3387028.014 |
| 1385 | 5 | 15457894.7 | 19 | 18164137.92 | 4167139.031 |
| | 10 | 12711764.7 | 34 | 24950311.41 | 4278943.105 |
| | 20 | 9662711.9 | 59 | 14049566.18 | 1829097.720 |
| | 50 | 10618055.6 | 72 | 22641320.36 | 2668305.194 |
| | 100 | 7363157.9 | 19 | 13319042.78 | 3055597.974 |
| | Total | 10839408.9 | 203 | 19695667.81 | 1382364.880 |
| Total | 2 | 242833823.5 | 68 | 365910869.4 | 44373210.71 |
| | 5 | 150385882.4 | 255 | 291588998.6 | 18260011.40 |
| | 10 | 58597514.4 | 869 | 124272403.1 | 4215652.539 |
| | 20 | 29220997.6 | 842 | 67965433.92 | 2342243.531 |
| | 50 | 21743766.3 | 1147 | 64358303.19 | 1900303.098 |
| | 100 | 8800302.4 | 992 | 29060313.60 | 922665.87937 |
| | 200 | 2487371.1 | 388 | 4608566.374 | 233964.50975 |
| | Total | 36180995.4 | 4561 | 116207569.2 | 1720696.917 |

جدول ۶: وزن توده زنده (میلی گرم در متر مکعب) فیتوپلانکتون در اعماق و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

MASS_1_1

| YEAR1 | STATION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|---------|-----------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | 10 | 570.9601 | 209 | 708.77660 | 49.02710 |
| | 20 | 395.7955 | 274 | 654.41263 | 39.53451 |
| | 50 | 189.5772 | 364 | 337.90545 | 17.71106 |
| | 100 | 148.3515 | 434 | 249.83845 | 11.99263 |
| | 200 | 88.8347 | 178 | 113.75323 | 8.52617 |
| | Total | 258.3837 | 1459 | 475.64800 | 12.45254 |
| 1375 | 10 | 263.4634 | 213 | 415.73558 | 28.48573 |
| | 20 | 197.2039 | 280 | 494.15290 | 29.53128 |
| | 50 | 74.9522 | 382 | 112.61210 | 5.76174 |
| | 100 | 59.3685 | 444 | 106.07163 | 5.03394 |
| | 200 | 32.1303 | 210 | 55.58694 | 3.83586 |
| | Total | 113.3440 | 1530 | 286.26128 | 7.31841 |
| 137879 | 2 | 976.5566 | 68 | 1532.36692 | 185.82678 |
| | 5 | 634.7437 | 141 | 885.54438 | 74.57629 |
| | 10 | 463.1878 | 211 | 754.74411 | 51.95873 |
| | 20 | 569.4110 | 2 | 5.98212 | 4.23000 |
| | Total | 603.7350 | 422 | 975.34230 | 47.47892 |
| 138081 | 5 | 1729.7683 | 26 | 2208.56028 | 433.13431 |
| | 10 | 1414.6380 | 37 | 2272.55535 | 373.60580 |
| | 20 | 762.2987 | 48 | 818.43700 | 118.13121 |
| | 50 | 720.2653 | 61 | 829.21437 | 106.17002 |
| | Total | 1033.9657 | 172 | 1544.84389 | 117.79324 |
| 1382 | 5 | 151.4188 | 29 | 179.99749 | 33.42470 |
| | 10 | 280.7093 | 58 | 331.22466 | 43.49193 |
| | 20 | 174.5956 | 60 | 219.74964 | 28.36956 |
| | 50 | 190.8476 | 59 | 247.54143 | 32.22715 |
| | 100 | 150.5833 | 36 | 419.31974 | 69.88662 |
| | Total | 197.6406 | 242 | 290.18731 | 18.65395 |
| 1383 | 5 | 116.1597 | 19 | 120.93882 | 27.74527 |
| | 10 | 132.1752 | 59 | 182.68189 | 23.78316 |
| | 20 | 68.8223 | 51 | 82.69922 | 11.58021 |
| | 50 | 99.8146 | 114 | 159.66046 | 14.95357 |
| | 100 | 161.3534 | 24 | 233.58598 | 47.68054 |
| | Total | 107.7402 | 267 | 160.66450 | 9.83251 |
| 1384 | 5 | 182.4944 | 20 | 257.00288 | 57.46759 |
| | 10 | 235.0285 | 48 | 333.74271 | 48.17161 |
| | 20 | 162.6825 | 68 | 274.60292 | 33.30050 |
| | 50 | 152.2400 | 95 | 296.89888 | 30.46118 |
| | 100 | 209.9193 | 35 | 360.41721 | 60.92163 |
| | Total | 179.7129 | 266 | 304.15534 | 18.64896 |
| 1385 | 5 | 104.9255 | 19 | 160.25684 | 36.76544 |
| | 10 | 45.1996 | 34 | 55.32431 | 9.48804 |
| | 20 | 63.0148 | 59 | 95.46354 | 12.42829 |
| | 50 | 57.3048 | 72 | 105.86230 | 12.47599 |
| | 100 | 32.0631 | 19 | 18.03164 | 4.13674 |
| | Total | 59.0315 | 203 | 98.37510 | 6.90458 |
| Total | 2 | 976.5566 | 68 | 1532.36692 | 185.82678 |
| | 5 | 576.6952 | 255 | 1061.73197 | 66.48823 |
| | 10 | 417.0544 | 869 | 773.71012 | 26.24632 |
| | 20 | 273.3494 | 842 | 543.95420 | 18.74590 |
| | 50 | 159.3737 | 1147 | 332.25915 | 9.81059 |
| | 100 | 108.8649 | 992 | 215.92956 | 6.85577 |
| | 200 | 58.1442 | 388 | 91.58251 | 4.64940 |
| | Total | 245.4284 | 4561 | 577.20926 | 8.54679 |

جدول ۷: تعداد فیتوپلانکتون در مناطق و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

TEDADM_2

| YEAR1 | REGION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|-------------|-------------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | West | 14680482.9 | 497 | 27684713.26 | 1241829 |
| | Middle | 21344906.4 | 481 | 49060798.80 | 2236980 |
| | East | 11968786.1 | 346 | 18198175.01 | 978339.9 |
| | deep waters | 3018518.5 | 135 | 6176256.718 | 531567.5 |
| | Total | 15155448.9 | 1459 | 34114336.16 | 893118.9 |
| 1375 | West | 14429805.4 | 514 | 35969510.20 | 1586547 |
| | Middle | 7134356.1 | 528 | 14419829.19 | 627542.5 |
| | East | 6857894.7 | 361 | 15436984.81 | 812472.9 |
| | deep waters | 1381889.8 | 127 | 1620034.162 | 143754.8 |
| | Total | 9042522.9 | 1530 | 24064406.03 | 615218.6 |
| 137879 | West | 210144047.6 | 168 | 297363056.7 | 2.3E+07 |
| | Middle | 100671223.0 | 139 | 207816496.6 | 1.8E+07 |
| | East | 57851130.4 | 115 | 209229291.0 | 2.0E+07 |
| | Total | 132583838.9 | 422 | 255634176.4 | 1.2E+07 |
| 138081 | Middle | 238623076.9 | 65 | 231174874.1 | 2.9E+07 |
| | East | 255155140.2 | 107 | 326819171.7 | 3.2E+07 |
| | Total | 248907558.1 | 172 | 293728500.8 | 2.2E+07 |
| 1382 | West | 45358823.5 | 68 | 66152917.01 | 8022220 |
| | Middle | 57819047.6 | 105 | 72909504.10 | 7115239 |
| | East | 42084058.0 | 69 | 61702508.82 | 7428109 |
| | Total | 49831405.0 | 242 | 68084012.70 | 4376606 |
| 1383 | West | 22521698.1 | 106 | 38266762.91 | 3716797 |
| | Middle | 30025952.4 | 84 | 37384027.87 | 4078932 |
| | East | 33603896.1 | 77 | 101145743.5 | 1.2E+07 |
| | Total | 28078576.8 | 267 | 62924101.19 | 3850892 |
| 1384 | West | 35087628.9 | 97 | 69468152.56 | 7053422 |
| | Middle | 24613333.3 | 75 | 31719051.03 | 3662601 |
| | East | 35171276.6 | 94 | 53377617.28 | 5505481 |
| | Total | 32163909.8 | 266 | 55240755.17 | 3387028 |
| 1385 | West | 7635294.1 | 68 | 13596913.22 | 1648868 |
| | Middle | 10617241.4 | 58 | 16484103.33 | 2164469 |
| | East | 13836363.6 | 77 | 25415514.89 | 2896367 |
| | Total | 10839408.9 | 203 | 19695667.81 | 1382365 |
| Total | West | 39138155.5 | 1518 | 121402321.3 | 3115954 |
| | Middle | 35565224.8 | 1535 | 99859461.43 | 2548796 |
| | East | 40476870.0 | 1246 | 137619873.9 | 3898721 |
| | deep waters | 2225190.8 | 262 | 4639309.691 | 286617.5 |
| | Total | 36180995.4 | 4561 | 116207569.2 | 1720697 |

جدول ۸: وزن توده زنده (میلی گرم در متر مکعب) فیتوپلانکتون در مناطق و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

MASS_1_1

| YEAR1 | REGION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|-------------|-----------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | West | 176.7019 | 497 | 386.86455 | 17.35325 |
| | Middle | 330.8177 | 481 | 536.93499 | 24.48213 |
| | East | 348.1422 | 346 | 546.08100 | 29.35750 |
| | deep waters | 70.9666 | 135 | 86.07298 | 7.40798 |
| | Total | 258.3837 | 1459 | 475.64800 | 12.45254 |
| 1375 | West | 169.3874 | 514 | 349.50133 | 15.41584 |
| | Middle | 81.7912 | 528 | 167.36047 | 7.28343 |
| | East | 108.1018 | 361 | 351.36818 | 18.49306 |
| | deep waters | 32.6037 | 127 | 59.54637 | 5.28389 |
| | Total | 113.3440 | 1530 | 286.26128 | 7.31841 |
| 137879 | West | 855.4079 | 168 | 1320.88331 | 101.90836 |
| | Middle | 491.2966 | 139 | 587.10455 | 49.79756 |
| | East | 371.9775 | 115 | 614.02645 | 57.25826 |
| | Total | 603.7350 | 422 | 975.34230 | 47.47892 |
| 138081 | Middle | 1216.5264 | 65 | 2003.25250 | 248.47289 |
| | East | 923.0644 | 107 | 1180.75418 | 114.14781 |
| | Total | 1033.9657 | 172 | 1544.84389 | 117.79324 |
| 1382 | West | 227.3135 | 68 | 390.77552 | 47.38849 |
| | Middle | 191.1448 | 105 | 203.85062 | 19.89378 |
| | East | 178.2826 | 69 | 288.27924 | 34.70474 |
| | Total | 197.6406 | 242 | 290.18731 | 18.65395 |
| 1383 | West | 101.2947 | 106 | 154.83859 | 15.03925 |
| | Middle | 129.9290 | 84 | 151.91324 | 16.57509 |
| | East | 92.4075 | 77 | 176.57560 | 20.12266 |
| | Total | 107.7402 | 267 | 160.66450 | 9.83251 |
| 1384 | West | 192.8426 | 97 | 312.09854 | 31.68881 |
| | Middle | 170.9760 | 75 | 271.57851 | 31.35918 |
| | East | 173.1352 | 94 | 322.62317 | 33.27604 |
| | Total | 179.7129 | 266 | 304.15534 | 18.64896 |
| 1385 | West | 53.7151 | 68 | 77.35461 | 9.38062 |
| | Middle | 71.0122 | 58 | 118.97621 | 15.62234 |
| | East | 54.7020 | 77 | 98.37042 | 11.21035 |
| | Total | 59.0315 | 203 | 98.37510 | 6.90458 |
| Total | West | 241.8626 | 1518 | 587.48125 | 15.07850 |
| | Middle | 259.0226 | 1535 | 604.58858 | 15.43141 |
| | East | 273.6203 | 1246 | 582.45837 | 16.50083 |
| | deep waters | 52.3708 | 262 | 76.70965 | 4.73914 |
| | Total | 245.4284 | 4561 | 577.20926 | 8.54679 |

جدول ۹: تعداد فیتوپلانکتون در فصول و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

TEDADM_2

| YEAR1 | SEASON1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|---------|-------------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | winter | 8101095.9 | 365 | 33816678.52 | 1770046 |
| | spring | 32246368.7 | 358 | 49163830.34 | 2598389 |
| | summer | 12259411.8 | 340 | 21862373.21 | 1185654 |
| | autumn | 8693181.8 | 396 | 16950549.94 | 851797.2 |
| | Total | 15155448.9 | 1459 | 34114336.16 | 893118.9 |
| 1375 | winter | 11497832.0 | 369 | 31241911.92 | 1626389 |
| | spring | 10486057.4 | 383 | 18364149.71 | 938364.2 |
| | summer | 4083292.4 | 407 | 7369181.998 | 365276.8 |
| | autumn | 10550673.9 | 371 | 31257336.75 | 1622800 |
| | Total | 9042522.9 | 1530 | 24064406.03 | 615218.6 |
| 137879 | winter | 216964423.1 | 104 | 326021220.0 | 3.2E+07 |
| | spring | 88149074.1 | 108 | 247516312.9 | 2.4E+07 |
| | summer | 36418076.9 | 104 | 86079493.65 | 8440789 |
| | autumn | 189419811.3 | 106 | 257970188.5 | 2.5E+07 |
| | Total | 132583838.9 | 422 | 255634176.4 | 1.2E+07 |
| 138081 | winter | 507895238.1 | 42 | 396452476.1 | 6.1E+07 |
| | spring | 143854761.9 | 42 | 132962245.1 | 2.1E+07 |
| | summer | 85416071.4 | 56 | 155582279.6 | 2.1E+07 |
| | autumn | 332978125.0 | 32 | 200747192.5 | 3.5E+07 |
| | Total | 248907558.1 | 172 | 293728500.8 | 2.2E+07 |
| 1382 | winter | 56372000.0 | 75 | 55798143.82 | 6443015 |
| | spring | 29415384.6 | 13 | 24281812.33 | 6734563 |
| | summer | 3065000.0 | 40 | 4964466.041 | 784951.0 |
| | autumn | 64265789.5 | 114 | 81947848.55 | 7675119 |
| | Total | 49831405.0 | 242 | 68084012.70 | 4376606 |
| 1383 | winter | 46025490.2 | 51 | 48140169.68 | 6740972 |
| | spring | 26975000.0 | 100 | 39162795.10 | 3916280 |
| | summer | 12209397.6 | 83 | 21405531.84 | 2349562 |
| | autumn | 43600000.0 | 33 | 148168658.1 | 2.6E+07 |
| | Total | 28078576.8 | 267 | 62924101.19 | 3850892 |
| 1384 | winter | 41725373.1 | 67 | 64014961.19 | 7820672 |
| | spring | 39992537.3 | 67 | 71594669.92 | 8746681 |
| | summer | 35919117.6 | 68 | 39532402.19 | 4794008 |
| | autumn | 9968750.0 | 64 | 28858339.69 | 3607292 |
| | Total | 32163909.8 | 266 | 55240755.17 | 3387028 |
| 1385 | winter | 20453448.3 | 58 | 25351121.75 | 3328765 |
| | spring | 8561904.8 | 63 | 20065034.81 | 2527957 |
| | summer | 5363235.3 | 68 | 11058135.45 | 1340996 |
| | autumn | 7857142.9 | 14 | 7447634.037 | 1990464 |
| | Total | 10839408.9 | 203 | 19695667.81 | 1382365 |
| Total | winter | 54511582.7 | 1131 | 167622433.6 | 4984262 |
| | spring | 32999259.3 | 1134 | 93371018.06 | 2772717 |
| | summer | 15732470.0 | 1166 | 49445501.29 | 1448030 |
| | autumn | 42127168.1 | 1130 | 119729125.7 | 3561727 |
| | Total | 36180995.4 | 4561 | 116207569.2 | 1720697 |

جدول ۱۰: وزن توده زنده (میلی گرم در متر مکعب) فیتوپلانکتون در

فصول و سالهای مختلف در دریای خزر

Report

MASS_1_1

| YEAR1 | SEASON | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|--------|-----------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | Spring | 179.6215 | 358 | 342.82023 | 18.11861 |
| | Summer | 533.3216 | 340 | 725.05745 | 39.32176 |
| | Autumn | 260.4490 | 396 | 394.72400 | 19.83563 |
| | Winter | 77.2882 | 365 | 150.54872 | 7.88008 |
| | Total | 258.3837 | 1459 | 475.64800 | 12.45254 |
| 1375 | Spring | 110.9395 | 383 | 341.63823 | 17.45690 |
| | Summer | 149.3537 | 407 | 362.45062 | 17.96601 |
| | Autumn | 155.9472 | 371 | 245.80059 | 12.76133 |
| | Winter | 33.2875 | 369 | 62.76260 | 3.26729 |
| | Total | 113.3440 | 1530 | 286.26128 | 7.31841 |
| 137879 | Spring | 253.1572 | 108 | 554.73488 | 53.37939 |
| | Summer | 856.9786 | 104 | 1071.91457 | 105.10987 |
| | Autumn | 583.3484 | 106 | 514.79936 | 50.00173 |
| | Winter | 735.3315 | 104 | 1392.08722 | 136.50538 |
| | Total | 603.7350 | 422 | 975.34230 | 47.47892 |
| 138081 | Spring | 1616.2373 | 42 | 2257.69733 | 348.37026 |
| | Summer | 105.7598 | 56 | 128.18208 | 17.12905 |
| | Autumn | 623.8620 | 32 | 495.98329 | 87.67829 |
| | Winter | 2001.7620 | 42 | 1426.03215 | 220.04154 |
| | Total | 1033.9657 | 172 | 1544.84389 | 117.79324 |
| 1382 | Spring | 382.6765 | 13 | 238.40117 | 66.12059 |
| | Summer | 18.7678 | 40 | 26.30081 | 4.15852 |
| | Autumn | 208.2103 | 114 | 338.10938 | 31.66684 |
| | Winter | 244.9006 | 75 | 253.68095 | 29.29255 |
| | Total | 197.6406 | 242 | 290.18731 | 18.65395 |
| 1383 | Spring | 139.0758 | 100 | 158.48430 | 15.84843 |
| | Summer | 80.2894 | 83 | 163.79834 | 17.97920 |
| | Autumn | 72.4930 | 33 | 209.79042 | 36.51982 |
| | Winter | 113.7799 | 51 | 106.54942 | 14.91990 |
| | Total | 107.7402 | 267 | 160.66450 | 9.83251 |
| 1384 | Spring | 321.5301 | 67 | 380.74434 | 46.51532 |
| | Summer | 117.5689 | 68 | 169.46820 | 20.55104 |
| | Autumn | 49.6993 | 64 | 86.95644 | 10.86956 |
| | Winter | 225.1594 | 67 | 383.69419 | 46.87571 |
| | Total | 179.7129 | 266 | 304.15534 | 18.64896 |
| 1385 | Spring | 54.2240 | 63 | 102.65729 | 12.93360 |
| | Summer | 21.1875 | 68 | 16.73087 | 2.02892 |
| | Autumn | 30.9921 | 14 | 51.47045 | 13.75606 |
| | Winter | 115.3903 | 58 | 129.38642 | 16.98927 |
| | Total | 59.0315 | 203 | 98.37510 | 6.90458 |
| Total | Spring | 216.8063 | 1134 | 617.76429 | 18.34494 |
| | Summer | 303.6147 | 1166 | 608.80423 | 17.82906 |
| | Autumn | 241.1820 | 1130 | 374.27853 | 11.13411 |
| | Winter | 218.3823 | 1131 | 659.30338 | 19.60442 |
| | Total | 245.4284 | 4561 | 577.20926 | 8.54679 |

جدول ۱ میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) زئوپلانکتون در سالهای مختلف در دریای خزر

Report

NM3_1

| YEAR1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|--------|-----------|------|----------------|--------------------|---------|-----------|
| 137374 | 9136.5317 | 846 | 11761.75940 | 404.37762 | .56 | 164093.00 |
| 1375 | 9792.4691 | 82 | 9958.18918 | 1099.698 | 37.14 | 57705.46 |
| 1378 | 133626.9 | 155 | 379692.55766 | 30497.64 | 20.00 | 4336510 |
| 1380 | 9962.4702 | 84 | 16176.25290 | 1764.974 | 9.63 | 94897.60 |
| 1381 | 12064.81 | 35 | 12201.65131 | 2062.456 | 182.73 | 63770.04 |
| 1382 | 4858.4006 | 110 | 6492.66283 | 619.05111 | 15.23 | 31282.79 |
| 1383 | 5147.5334 | 156 | 6681.35895 | 534.93684 | 51.09 | 67046.47 |
| 1384 | 7727.8070 | 123 | 10930.28906 | 985.55097 | 16.31 | 80694.50 |
| 1385 | 1589.2311 | 53 | 2287.25539 | 314.17869 | 55.41 | 11154.60 |
| Total | 19997.54 | 1644 | 122352.90260 | 3017.612 | .56 | 4336510 |

جدول ۲: میانگین وزن توده زنده میلی گرم در متر مکعب زئوپلانکتون در سالهای مختلف در دریای خزر

Report

WM3_1

| YEAR1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|--------|----------|------|----------------|--------------------|---------|---------|
| 137374 | 64.6345 | 846 | 92.89036 | 3.19364 | .01 | 1077.40 |
| 1375 | 60.6357 | 82 | 71.20214 | 7.86296 | .13 | 456.19 |
| 1378 | 363.8396 | 155 | 919.01079 | 73.81672 | .06 | 8965.25 |
| 1380 | 42.2359 | 84 | 125.77869 | 13.72358 | .10 | 1124.28 |
| 1381 | 76.2000 | 35 | 104.61063 | 17.68242 | 3.63 | 588.35 |
| 1382 | 20.5287 | 110 | 28.03959 | 2.67347 | .12 | 146.62 |
| 1383 | 26.0972 | 156 | 25.63009 | 2.05205 | .52 | 162.03 |
| 1384 | 41.9759 | 123 | 62.92704 | 5.67394 | .10 | 553.51 |
| 1385 | 12.6346 | 53 | 23.67929 | 3.25260 | .21 | 119.34 |
| Total | 81.7669 | 1644 | 306.39968 | 7.55679 | .01 | 8965.25 |

جدول ۳ میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) زئوپلانتون در اعماق مختلف در دو مرحله قبل و بعد از ورود
شانه دار

Report

| NM3_1 | | | | | |
|---------------|-------|-----------|------|----------------|--------------------|
| PERIOD | OMGH1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
| pre-invasive | 2.0 | 233393.2 | 52 | 626741.57680 | 86913.42 |
| | 5.0 | 102886.1 | 52 | 145399.89255 | 20163.34 |
| | 10.0 | 36471.74 | 129 | 54046.72630 | 4758.549 |
| | 20.0 | 13977.59 | 154 | 11042.81058 | 889.85504 |
| | 50.0 | 9610.3828 | 229 | 8505.56039 | 562.06325 |
| | 100.0 | 7374.5245 | 306 | 9175.20369 | 524.51148 |
| | 200.0 | 2753.7389 | 161 | 4377.82019 | 345.02056 |
| | Total | 27003.38 | 1083 | 150117.15434 | 4561.588 |
| post-invasive | 2.0 | 20542.78 | 1 | . | . |
| | 5.0 | 14004.10 | 101 | 16547.99701 | 1646.587 |
| | 10.0 | 7729.5486 | 144 | 10474.53227 | 872.87769 |
| | 20.0 | 4641.8671 | 108 | 4955.02830 | 476.79782 |
| | 50.0 | 3130.4805 | 148 | 3549.56101 | 291.77212 |
| | 100.0 | 2011.1925 | 59 | 2566.21928 | 334.09329 |
| | Total | 6472.9141 | 561 | 10113.47551 | 426.99127 |
| Total | 2.0 | 229377.1 | 53 | 621374.18566 | 85352.31 |
| | 5.0 | 44212.35 | 153 | 95171.69413 | 7694.175 |
| | 10.0 | 21311.02 | 273 | 40484.00322 | 2450.203 |
| | 20.0 | 10129.28 | 262 | 10136.46486 | 626.23289 |
| | 50.0 | 7066.5485 | 377 | 7670.31064 | 395.04110 |
| | 100.0 | 6507.5750 | 365 | 8688.91685 | 454.79869 |
| | 200.0 | 2753.7389 | 161 | 4377.82019 | 345.02056 |
| | Total | 19997.54 | 1644 | 122352.90260 | 3017.612 |

جدول ۴ میانگین وزن توده زنده میلی گرم در متر مکعب زئوپلانتون در اعماق مختلف در دو مرحله قبل و بعد از ورود شانه دار

Report

| WM3_1 | | | | | |
|---------------|-------|----------|------|----------------|--------------------|
| PERIOD | OMGH1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
| pre-invasive | 2.0 | 489.3906 | 52 | 952.63153 | 132.10622 |
| | 5.0 | 409.9747 | 52 | 1241.63650 | 172.18400 |
| | 10.0 | 152.9798 | 129 | 201.92790 | 17.77876 |
| | 20.0 | 88.3854 | 154 | 77.17393 | 6.21885 |
| | 50.0 | 63.9832 | 229 | 71.86847 | 4.74920 |
| | 100.0 | 55.9527 | 306 | 85.92321 | 4.91190 |
| | 200.0 | 25.8487 | 161 | 38.33081 | 3.02089 |
| | Total | 107.1542 | 1083 | 371.94445 | 11.30222 |
| post-invasive | 2.0 | 46.1156 | 1 | . | . |
| | 5.0 | 76.7282 | 101 | 138.51665 | 13.78292 |
| | 10.0 | 33.7349 | 144 | 35.68568 | 2.97381 |
| | 20.0 | 23.4401 | 108 | 26.27891 | 2.52869 |
| | 50.0 | 17.0491 | 148 | 19.69703 | 1.61909 |
| | 100.0 | 11.3309 | 59 | 15.27008 | 1.98800 |
| | Total | 32.7572 | 561 | 66.99965 | 2.82873 |
| Total | 2.0 | 481.0270 | 53 | 945.38997 | 129.85930 |
| | 5.0 | 189.9884 | 153 | 744.96339 | 60.22672 |
| | 10.0 | 90.0814 | 273 | 153.01902 | 9.26113 |
| | 20.0 | 61.6140 | 262 | 69.28443 | 4.28041 |
| | 50.0 | 45.5582 | 377 | 61.72821 | 3.17916 |
| | 100.0 | 48.7399 | 365 | 80.58447 | 4.21798 |
| | 200.0 | 25.8487 | 161 | 38.33081 | 3.02089 |
| | Total | 81.7669 | 1644 | 306.39968 | 7.55679 |

جدول ۵ میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) زئوپلانکتون در
فصول مختلف در دو مرحله قبل و بعد از ورود شانه دار

Report

NM3_1

| PERIOD | SEASONS | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|---------------|---------|-----------|------|----------------|--------------------|
| pre-invasive | spring | 6722.8574 | 298 | 7344.36449 | 425.44761 |
| | summer | 47867.85 | 242 | 128745.61359 | 8276.081 |
| | autumn | 43523.43 | 268 | 271967.39128 | 16613.05 |
| | winter | 14601.63 | 273 | 32036.91460 | 1938.962 |
| | Total | 27047.14 | 1081 | 150252.58148 | 4569.925 |
| post-invasive | spring | 10034.56 | 131 | 11050.30898 | 965.46998 |
| | summer | 2783.0238 | 156 | 3243.72802 | 259.70609 |
| | autumn | 5777.2150 | 137 | 6884.60934 | 588.19187 |
| | winter | 7964.5740 | 137 | 14645.32550 | 1251.235 |
| | Total | 6472.9141 | 561 | 10113.47551 | 426.99127 |
| Total | spring | 7734.1247 | 429 | 8766.48100 | 423.24969 |
| | summer | 30196.41 | 398 | 102722.57266 | 5149.017 |
| | autumn | 30754.96 | 405 | 221854.26800 | 11024.03 |
| | winter | 12383.88 | 410 | 27635.39209 | 1364.815 |
| | Total | 20017.82 | 1642 | 122426.01682 | 3021.253 |

جدول ۶ میانگین وزن توده زنده میلی گرم در متر مکعب زئوپلانکتون
در فصول مختلف در دو مرحله قبل و بعد از ورود شانه دار

Report

WM3_1

| PERIOD | SEASONS | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|---------------|---------|----------|------|----------------|--------------------|
| pre-invasive | spring | 42.0099 | 298 | 50.66051 | 2.93468 |
| | summer | 177.8102 | 242 | 348.27412 | 22.38791 |
| | autumn | 157.8319 | 268 | 651.52761 | 39.79838 |
| | winter | 66.5873 | 273 | 100.09263 | 6.05788 |
| | Total | 107.3324 | 1081 | 372.26534 | 11.32243 |
| post-invasive | spring | 47.3305 | 131 | 63.47435 | 5.54578 |
| | summer | 25.2875 | 156 | 31.70267 | 2.53825 |
| | autumn | 21.5696 | 137 | 24.05314 | 2.05500 |
| | winter | 38.5155 | 137 | 111.71660 | 9.54459 |
| | Total | 32.7572 | 561 | 66.99965 | 2.82873 |
| Total | spring | 43.6347 | 429 | 54.87010 | 2.64915 |
| | summer | 118.0275 | 398 | 282.10462 | 14.14063 |
| | autumn | 111.7382 | 405 | 533.76187 | 26.52284 |
| | winter | 57.2072 | 410 | 104.82595 | 5.17698 |
| | Total | 81.8533 | 1642 | 306.57614 | 7.56575 |

جدول ۷ میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) زئوپلانکتون در مناطق مختلف در دو مرحله قبل و بعد از ورود شانه دار

Report

NM3_1

| PERIOD | REGION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|---------------|-------------|-----------|------|----------------|--------------------|
| pre-invasive | west | 58270.85 | 323 | 265816.02909 | 14790.40 |
| | middle | 23188.10 | 252 | 64989.56255 | 4093.958 |
| | east | 11499.78 | 362 | 14545.51204 | 764.49514 |
| | deep waters | 2855.1734 | 146 | 4551.54633 | 376.68865 |
| | Total | 27003.38 | 1083 | 150117.15434 | 4561.588 |
| post-invasive | west | 5865.2779 | 141 | 7466.08672 | 628.75793 |
| | middle | 9197.0453 | 93 | 14592.35176 | 1513.156 |
| | east | 5960.1694 | 327 | 9440.78097 | 522.07638 |
| | Total | 6472.9141 | 561 | 10113.47551 | 426.99127 |
| Total | west | 42345.88 | 464 | 223023.08285 | 10353.59 |
| | middle | 19416.60 | 345 | 56368.33763 | 3034.769 |
| | east | 8870.6748 | 689 | 12684.99987 | 483.26001 |
| | deep waters | 2855.1734 | 146 | 4551.54633 | 376.68865 |
| | Total | 19997.54 | 1644 | 122352.90260 | 3017.612 |

جدول ۸ میانگین وزن توده زنده میلی گرم در متر مکعب زئوپلانکتون در مناطق مختلف در دو مرحله قبل و بعد از ورود شانه دار

Report

WM3_1

| PERIOD | REGION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|---------------|-------------|----------|------|----------------|--------------------|
| pre-invasive | west | 200.0643 | 323 | 651.41749 | 36.24584 |
| | middle | 99.2309 | 252 | 157.66641 | 9.93205 |
| | east | 62.1620 | 362 | 76.27042 | 4.00868 |
| | deep waters | 26.8388 | 146 | 39.79326 | 3.29331 |
| | Total | 107.1542 | 1083 | 371.94445 | 11.30222 |
| post-invasive | west | 34.5751 | 141 | 55.74821 | 4.69485 |
| | middle | 53.4011 | 93 | 132.31157 | 13.72007 |
| | east | 26.1022 | 327 | 35.61667 | 1.96961 |
| | Total | 32.7572 | 561 | 66.99965 | 2.82873 |
| Total | west | 149.7756 | 464 | 549.41986 | 25.50618 |
| | middle | 86.8768 | 345 | 152.42990 | 8.20655 |
| | east | 45.0480 | 689 | 63.07235 | 2.40286 |
| | deep waters | 26.8388 | 146 | 39.79326 | 3.29331 |
| | Total | 81.7669 | 1644 | 306.39968 | 7.55679 |

جدول ۹: میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) هر یک از گروههای زئوپلانکتون در سالهای مختلف

Report

| NM3_1 | | | | | |
|--------|--------------------------|-----------|------|----------------|--------------------|
| YEAR1 | PHYLUM1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
| 137374 | Copepoda | 6795.0758 | 846 | 8370.66519 | 287.78940 |
| | Cladocera | 386.1493 | 674 | 726.02373 | 27.96539 |
| | Protozoa | 110.0227 | 273 | 426.81731 | 25.83216 |
| | Lamellibranchiata larvae | 1341.9369 | 632 | 5695.87595 | 226.56978 |
| | Cirripedia | 323.7937 | 587 | 893.20268 | 36.86642 |
| | Rotatoria | 1432.5013 | 454 | 3762.60662 | 176.58788 |
| | Total | 2229.5042 | 3466 | 5660.75924 | 96.15246 |
| 1375 | Copepoda | 7034.4798 | 82 | 8337.11109 | 920.67990 |
| | Cladocera | 868.2063 | 77 | 1014.99246 | 115.66913 |
| | Protozoa | 1380.4678 | 29 | 3018.04894 | 560.43762 |
| | Lamellibranchiata larvae | 522.8852 | 68 | 963.97999 | 116.89975 |
| | Cirripedia | 766.0415 | 68 | 1762.42360 | 213.72525 |
| | Rotatoria | 543.4227 | 55 | 800.36735 | 107.92151 |
| | Total | 2114.1110 | 379 | 4830.51323 | 248.12680 |
| 1378 | Copepoda | 49024.65 | 154 | 115311.19988 | 9292.041 |
| | Cladocera | 343.8003 | 118 | 721.60729 | 66.42934 |
| | Protozoa | 36723.35 | 111 | 107532.70040 | 10206.55 |
| | Lamellibranchiata larvae | 19498.06 | 142 | 55508.50221 | 4658.170 |
| | Cirripedia | 1562.8386 | 133 | 3186.90458 | 276.33967 |
| | Rotatoria | 47416.53 | 127 | 256666.38988 | 22775.46 |
| | Total | 26325.02 | 785 | 125552.12849 | 4481.148 |
| 1380 | Copepoda | 8555.1115 | 84 | 12270.30505 | 1338.800 |
| | Lamellibranchiata larvae | 10.8723 | 3 | 13.86642 | 8.00578 |
| | Cirripedia | 80.2406 | 48 | 315.88060 | 45.59344 |
| | Rotatoria | 5337.8722 | 13 | 14968.65080 | 4151.557 |
| | Total | 5350.7154 | 148 | 10901.95529 | 896.13520 |
| 1381 | Copepoda | 8137.5529 | 35 | 6569.34873 | 1110.423 |
| | Cladocera | 449.7227 | 21 | 672.16470 | 146.67836 |
| | Protozoa | 5.2233 | 6 | 9.00857 | 3.67773 |
| | Lamellibranchiata larvae | 335.7056 | 15 | 693.48062 | 179.05592 |
| | Cirripedia | 915.4019 | 32 | 1655.19863 | 292.60054 |
| | Rotatoria | 3839.1800 | 21 | 5251.39979 | 1145.949 |
| | Total | 3148.0084 | 130 | 5202.29124 | 456.27112 |
| 1382 | Copepoda | 4312.0560 | 110 | 5964.81549 | 568.72284 |
| | Cladocera | 1049.7349 | 15 | 863.68899 | 223.00354 |
| | Protozoa | 33.3673 | 35 | 127.40847 | 21.53596 |
| | Lamellibranchiata larvae | 231.9782 | 9 | 487.07286 | 162.35762 |
| | Cirripedia | 239.6736 | 100 | 570.61406 | 57.06141 |
| | Rotatoria | 25.2245 | 19 | 91.53230 | 20.99895 |
| | Total | 1797.8280 | 288 | 4199.15891 | 247.43781 |
| 1383 | Copepoda | 3952.5743 | 156 | 3840.63289 | 307.49673 |
| | Cladocera | 192.7535 | 42 | 232.73216 | 35.91135 |
| | Protozoa | 1250.1733 | 59 | 6651.67633 | 865.97450 |
| | Lamellibranchiata larvae | 119.4208 | 45 | 364.05662 | 54.27036 |
| | Cirripedia | 528.8613 | 147 | 1116.74230 | 92.10735 |
| | Rotatoria | 114.1996 | 63 | 287.82501 | 36.26254 |
| | Total | 1540.5636 | 512 | 3540.69280 | 156.47799 |
| 1384 | Copepoda | 6575.7748 | 123 | 9976.82876 | 899.58035 |
| | Cladocera | 164.4320 | 28 | 267.76842 | 50.60348 |
| | Protozoa | 84.7897 | 22 | 188.40238 | 40.16752 |
| | Lamellibranchiata larvae | 148.9940 | 63 | 375.64987 | 47.32744 |
| | Cirripedia | 253.7041 | 122 | 524.77573 | 47.51096 |
| | Rotatoria | 896.6505 | 92 | 2995.26041 | 312.27748 |
| | Total | 2084.7114 | 450 | 6053.16781 | 285.34907 |
| 1385 | Copepoda | 1218.7773 | 53 | 2022.57393 | 277.82190 |
| | Cladocera | 275.4674 | 16 | 292.62251 | 73.15563 |
| | Protozoa | 50.5628 | 15 | 75.59566 | 19.51872 |
| | Lamellibranchiata larvae | 534.2257 | 15 | 1328.81770 | 343.09925 |
| | Cirripedia | 78.6907 | 50 | 153.16622 | 21.66098 |
| | Rotatoria | 13.0544 | 19 | 18.52828 | 4.25068 |
| | Total | 487.8397 | 168 | 1305.34168 | 100.70930 |

جدول ۱۰ میانگین وزن توده زنده (میلی گرم در متر مکعب)
هر یک از گروههای زئوپلانکتون در سالهای مختلف

Report

WM3_1

| YEAR1 | PHYLUM1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|--------------------------|----------|------|----------------|--------------------|
| 137374 | Copepoda | 51.4189 | 846 | 78.86611 | 2.71147 |
| | Cladocera | 3.1795 | 674 | 5.90302 | .22738 |
| | Protozoa | .0379 | 273 | .28949 | .01752 |
| | Lamellibranchiata larvae | 6.7160 | 632 | 28.47833 | 1.13281 |
| | Cirripedia | .6953 | 587 | 1.76026 | .07265 |
| | Rotatoria | 9.6352 | 454 | 36.63242 | 1.71924 |
| | Total | 15.7763 | 3466 | 47.60515 | .80861 |
| 1375 | Copepoda | 50.9469 | 82 | 67.94838 | 7.50364 |
| | Cladocera | 5.7222 | 77 | 6.96257 | .79346 |
| | Protozoa | 1.4697 | 27 | 3.11254 | .59901 |
| | Lamellibranchiata larvae | 2.6144 | 68 | 4.81990 | .58450 |
| | Cirripedia | 1.5486 | 68 | 3.54838 | .43030 |
| | Rotatoria | .5723 | 54 | .80421 | .10944 |
| | Total | 13.2232 | 376 | 37.61790 | 1.93999 |
| 1378 | Copepoda | 154.0036 | 154 | 291.86220 | 23.51893 |
| | Cladocera | 4.0781 | 118 | 8.17951 | .75298 |
| | Protozoa | 4.7711 | 111 | 13.98026 | 1.32695 |
| | Lamellibranchiata larvae | 97.4861 | 142 | 277.54148 | 23.29076 |
| | Cirripedia | 3.2633 | 133 | 6.49351 | .56306 |
| | Rotatoria | 136.9347 | 127 | 827.15933 | 73.39852 |
| | Total | 71.8409 | 785 | 380.44537 | 13.57868 |
| 1380 | Copepoda | 26.9587 | 84 | 31.75119 | 3.46434 |
| | Lamellibranchiata larvae | .0544 | 3 | .06932 | .04002 |
| | Cirripedia | .1605 | 48 | .63176 | .09119 |
| | Rotatoria | 98.1087 | 13 | 275.07195 | 76.29123 |
| | Total | 23.9717 | 148 | 86.22078 | 7.08730 |
| 1381 | Copepoda | 31.6688 | 35 | 24.09294 | 4.07245 |
| | Cladocera | 1.7989 | 21 | 2.68866 | .58671 |
| | Lamellibranchiata larvae | 1.6785 | 15 | 3.46741 | .89528 |
| | Cirripedia | 2.1995 | 32 | 3.70283 | .65457 |
| | Rotatoria | 67.8693 | 21 | 98.66322 | 21.53008 |
| | Total | 21.5081 | 124 | 48.54790 | 4.35973 |
| 1382 | Copepoda | 18.9649 | 110 | 27.26346 | 2.59947 |
| | Cladocera | 4.1989 | 15 | 3.45475 | .89201 |
| | Protozoa | .0121 | 10 | .03045 | .00963 |
| | Lamellibranchiata larvae | 1.1599 | 9 | 2.43536 | .81179 |
| | Cirripedia | .8923 | 100 | 2.80167 | .28017 |
| | Rotatoria | .4862 | 19 | 1.83501 | .42098 |
| | Total | 8.5861 | 263 | 19.78962 | 1.22028 |
| 1383 | Copepoda | 21.6712 | 156 | 22.69532 | 1.81708 |
| | Cladocera | .7712 | 42 | .93093 | .14365 |
| | Protozoa | .1871 | 51 | .92883 | .13006 |
| | Lamellibranchiata larvae | .5971 | 45 | 1.82028 | .27135 |
| | Cirripedia | 3.2739 | 147 | 8.76537 | .72296 |
| | Rotatoria | 2.2233 | 63 | 5.77472 | .72755 |
| | Total | 8.0771 | 504 | 16.42259 | .73152 |
| 1384 | Copepoda | 31.9825 | 123 | 38.21038 | 3.44531 |
| | Cladocera | .6577 | 28 | 1.07107 | .20241 |
| | Protozoa | .0085 | 7 | .01410 | .00533 |
| | Lamellibranchiata larvae | .7450 | 63 | 1.87825 | .23664 |
| | Cirripedia | 1.0090 | 122 | 1.57018 | .14216 |
| | Rotatoria | 11.3118 | 92 | 55.68606 | 5.80567 |
| | Total | 11.8691 | 435 | 35.18662 | 1.68707 |
| 1385 | Copepoda | 10.9653 | 53 | 22.76813 | 3.12744 |
| | Cladocera | 1.1019 | 16 | 1.17049 | .29262 |
| | Protozoa | .0131 | 3 | .01838 | .01061 |
| | Lamellibranchiata larvae | 2.6711 | 15 | 6.64409 | 1.71550 |
| | Cirripedia | .5233 | 50 | 1.66573 | .23557 |
| | Rotatoria | .2407 | 19 | .37635 | .08634 |
| | Total | 4.2925 | 156 | 14.22688 | 1.13906 |

جدول ۱۱ میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) هر یک از گروههای زئوپلانکتون در سالهای اعماق مختلف

Report

NM3_1

| OMGH1 | PHYLUM1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|-------|--------------------------|-----------|------|----------------|--------------------|
| 2.0 | Copepoda | 83439.16 | 52 | 182932.05259 | 25368.11 |
| | Cladocera | 430.3574 | 34 | 969.86366 | 166.33024 |
| | Protozoa | 63331.66 | 34 | 150071.71737 | 25737.09 |
| | Lamellibranchiata larvae | 26589.06 | 49 | 81857.64107 | 11693.95 |
| | Cirripedia | 2949.8592 | 44 | 4654.03817 | 701.62265 |
| | Rotatoria | 93252.98 | 45 | 425604.93453 | 63445.44 |
| | Total | 47037.94 | 258 | 207791.14448 | 12936.51 |
| 5.0 | Copepoda | 21151.09 | 153 | 39058.01775 | 3157.654 |
| | Cladocera | 405.0974 | 53 | 759.01491 | 104.25872 |
| | Protozoa | 24268.98 | 63 | 87261.23159 | 10993.88 |
| | Lamellibranchiata larvae | 10679.12 | 71 | 26185.91263 | 3107.696 |
| | Cirripedia | 736.1949 | 131 | 1645.02675 | 143.72665 |
| | Rotatoria | 13500.17 | 79 | 36033.65277 | 4054.103 |
| | Total | 12195.83 | 550 | 40487.93915 | 1726.412 |
| 10.0 | Copepoda | 10210.11 | 273 | 16099.75944 | 974.40177 |
| | Cladocera | 593.8365 | 139 | 899.71331 | 76.31269 |
| | Protozoa | 3902.8097 | 121 | 16755.21171 | 1523.201 |
| | Lamellibranchiata larvae | 7270.3487 | 159 | 23319.55608 | 1849.361 |
| | Cirripedia | 611.2874 | 247 | 1226.22471 | 78.02281 |
| | Rotatoria | 7219.9972 | 154 | 26415.85215 | 2128.650 |
| | Total | 5270.8118 | 1093 | 16953.59474 | 512.80437 |
| 20.0 | Copepoda | 7484.0492 | 262 | 8387.22468 | 518.16447 |
| | Cladocera | 650.7238 | 171 | 934.32647 | 71.44973 |
| | Protozoa | 182.9815 | 94 | 565.64010 | 58.34132 |
| | Lamellibranchiata larvae | 1453.0911 | 155 | 3155.83137 | 253.48248 |
| | Cirripedia | 585.6410 | 230 | 1327.41050 | 87.52686 |
| | Rotatoria | 1328.4200 | 145 | 2754.53993 | 228.75209 |
| | Total | 2499.3779 | 1057 | 5363.46466 | 164.97112 |
| 50.0 | Copepoda | 5400.9817 | 377 | 5799.40262 | 298.68443 |
| | Cladocera | 415.0383 | 253 | 737.79514 | 46.38478 |
| | Protozoa | 263.5351 | 108 | 1277.95458 | 122.97124 |
| | Lamellibranchiata larvae | 637.3256 | 220 | 2212.77086 | 149.18498 |
| | Cirripedia | 232.7261 | 318 | 628.15788 | 35.22534 |
| | Rotatoria | 1351.9003 | 203 | 4589.57210 | 322.12481 |
| | Total | 1797.3569 | 1479 | 4125.76315 | 107.28036 |
| 100.0 | Copepoda | 5675.2753 | 365 | 8010.69784 | 419.29909 |
| | Cladocera | 257.4460 | 272 | 458.71591 | 27.81374 |
| | Protozoa | 210.4579 | 105 | 1158.39594 | 113.04787 |
| | Lamellibranchiata larvae | 376.1407 | 253 | 1297.30207 | 81.56068 |
| | Cirripedia | 122.4956 | 272 | 359.64451 | 21.80665 |
| | Rotatoria | 440.8857 | 185 | 1271.67707 | 93.49556 |
| | Total | 1634.7418 | 1452 | 4717.08638 | 123.79141 |
| 200.0 | Copepoda | 2560.6450 | 161 | 3926.09386 | 309.41954 |
| | Cladocera | 72.9423 | 69 | 170.55402 | 20.53229 |
| | Protozoa | 68.8928 | 25 | 219.31530 | 43.86306 |
| | Lamellibranchiata larvae | 54.6251 | 85 | 137.27975 | 14.89008 |
| | Cirripedia | 11.3258 | 45 | 30.04794 | 4.47928 |
| | Rotatoria | 368.7412 | 52 | 1291.65800 | 179.12074 |
| | Total | 1014.5229 | 437 | 2696.33137 | 128.98302 |

جدول ۱۲: میانگین وزن توده زنده (میلی گرم در متر مکعب) هر یک از
گروههای زئوپلانکتون در اعماق مختلف

Report

WM3_1

| OMGH1 | PHYLUM1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|-------|--------------------------|----------|------|----------------|--------------------|
| 2.0 | Copepoda | 250.0039 | 52 | 445.14180 | 61.73006 |
| | Cladocera | 4.9152 | 34 | 10.73236 | 1.84058 |
| | Protozoa | 8.2333 | 34 | 19.50928 | 3.34581 |
| | Lamellibranchiata larvae | 132.9453 | 49 | 409.28821 | 58.46974 |
| | Cirripedia | 6.3361 | 44 | 9.59131 | 1.44594 |
| | Rotatoria | 116.7570 | 45 | 428.10272 | 63.81779 |
| | Total | 98.8156 | 258 | 332.69356 | 20.71260 |
| 5.0 | Copepoda | 76.7532 | 153 | 117.45158 | 9.49540 |
| | Cladocera | 3.8493 | 53 | 7.27276 | .99899 |
| | Protozoa | 4.1333 | 48 | 12.87049 | 1.85770 |
| | Lamellibranchiata larvae | 53.3872 | 71 | 130.92224 | 15.53761 |
| | Cirripedia | 1.8655 | 131 | 3.48629 | .30460 |
| | Rotatoria | 163.1355 | 79 | 1006.57444 | 113.24847 |
| | Total | 54.3331 | 535 | 396.53602 | 17.14375 |
| 10.0 | Copepoda | 50.5310 | 273 | 88.99815 | 5.38641 |
| | Cladocera | 4.6352 | 139 | 7.17103 | .60824 |
| | Protozoa | .6210 | 98 | 2.40857 | .24330 |
| | Lamellibranchiata larvae | 36.3518 | 159 | 116.59781 | 9.24681 |
| | Cirripedia | 1.9391 | 247 | 6.41457 | .40815 |
| | Rotatoria | 24.8886 | 154 | 55.93278 | 4.50719 |
| | Total | 22.9830 | 1070 | 70.01413 | 2.14039 |
| 20.0 | Copepoda | 47.9515 | 262 | 62.71066 | 3.87428 |
| | Cladocera | 4.9118 | 171 | 6.28440 | .48058 |
| | Protozoa | .0230 | 79 | .08486 | .00955 |
| | Lamellibranchiata larvae | 7.2655 | 155 | 15.77916 | 1.26741 |
| | Cirripedia | 1.4106 | 230 | 2.88087 | .18996 |
| | Rotatoria | 8.9390 | 144 | 25.01077 | 2.08423 |
| | Total | 15.5070 | 1041 | 38.47076 | 1.19235 |
| 50.0 | Copepoda | 36.7451 | 377 | 51.94755 | 2.67544 |
| | Cladocera | 3.2265 | 253 | 6.66291 | .41889 |
| | Protozoa | .2187 | 99 | 1.28827 | .12948 |
| | Lamellibranchiata larvae | 3.1866 | 220 | 11.06386 | .74592 |
| | Cirripedia | .9598 | 318 | 3.12837 | .17543 |
| | Rotatoria | 7.2822 | 203 | 37.12330 | 2.60554 |
| | Total | 11.6840 | 1470 | 33.60139 | .87639 |
| 100.0 | Copepoda | 43.9614 | 365 | 78.72252 | 4.12053 |
| | Cladocera | 1.9156 | 272 | 3.31612 | .20107 |
| | Protozoa | .2470 | 99 | 1.25688 | .12632 |
| | Lamellibranchiata larvae | 1.8807 | 253 | 6.48651 | .40780 |
| | Cirripedia | .4085 | 272 | 1.05368 | .06389 |
| | Rotatoria | 3.3057 | 185 | 17.48062 | 1.28520 |
| | Total | 12.3028 | 1446 | 44.14946 | 1.16102 |
| 200.0 | Copepoda | 23.2850 | 161 | 32.49031 | 2.56059 |
| | Cladocera | .5987 | 69 | 1.45299 | .17492 |
| | Protozoa | .0911 | 25 | .42066 | .08413 |
| | Lamellibranchiata larvae | .3201 | 85 | .79588 | .08633 |
| | Cirripedia | .0533 | 45 | .16832 | .02509 |
| | Rotatoria | 6.5298 | 52 | 23.10034 | 3.20344 |
| | Total | 9.5232 | 437 | 23.76433 | 1.13680 |

جدول ۱۳: میانگین تعداد (عدد در متر مکعب) هر یک از گروههای زئوپلانکتون در سالهای فصول مختلف

Report

NM3_1

| SEASONS | PHYLUM1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|---------|--------------------------|-----------|------|----------------|--------------------|
| spring | Copepoda | 5362.7442 | 429 | 6538.19766 | 315.66716 |
| | Cladocera | 575.1466 | 368 | 937.63602 | 48.87766 |
| | Protozoa | 971.5771 | 106 | 5207.37573 | 505.78504 |
| | Lamellibranchiata larvae | 673.9331 | 322 | 1749.34022 | 97.48692 |
| | Cirripedia | 749.4428 | 377 | 1486.07377 | 76.53669 |
| | Rotatoria | 576.8266 | 301 | 1816.29440 | 104.68947 |
| | Total | 1728.0240 | 1903 | 4076.26477 | 93.44219 |
| summer | Copepoda | 15003.52 | 398 | 40397.45384 | 2024.941 |
| | Cladocera | 412.6675 | 214 | 615.06846 | 42.04521 |
| | Protozoa | 12838.99 | 166 | 70709.87006 | 5488.150 |
| | Lamellibranchiata larvae | 13575.06 | 238 | 44254.09736 | 2868.567 |
| | Cirripedia | 308.9243 | 327 | 1480.36812 | 81.86454 |
| | Rotatoria | 5925.2179 | 81 | 30015.65362 | 3335.073 |
| | Total | 8428.9400 | 1424 | 38162.64146 | 1011.308 |
| autumn | Copepoda | 15535.58 | 405 | 63910.86898 | 3175.757 |
| | Cladocera | 192.4120 | 200 | 492.82865 | 34.84825 |
| | Protozoa | 9662.6040 | 168 | 52502.42139 | 4050.650 |
| | Lamellibranchiata larvae | 737.1438 | 257 | 1713.53767 | 106.88754 |
| | Cirripedia | 539.6382 | 287 | 1739.63284 | 102.68728 |
| | Rotatoria | 21149.46 | 195 | 206710.46465 | 14802.84 |
| | Total | 8215.7247 | 1512 | 83362.80393 | 2143.860 |
| winter | Copepoda | 5556.3235 | 409 | 9209.14207 | 455.36277 |
| | Cladocera | 343.8231 | 208 | 597.70005 | 41.44304 |
| | Protozoa | 3361.0292 | 109 | 29207.81428 | 2797.601 |
| | Lamellibranchiata larvae | 258.1513 | 174 | 907.84842 | 68.82381 |
| | Cirripedia | 274.7357 | 296 | 593.52550 | 34.49797 |
| | Rotatoria | 7569.4426 | 286 | 21295.34893 | 1259.220 |
| | Total | 3374.8343 | 1482 | 13495.34578 | 350.55803 |
| Total | Copepoda | 10259.88 | 1641 | 38179.02969 | 942.47664 |
| | Cladocera | 414.1034 | 990 | 742.95904 | 23.61279 |
| | Protozoa | 7693.8593 | 549 | 50403.13652 | 2151.153 |
| | Lamellibranchiata larvae | 3715.6758 | 991 | 22394.48891 | 711.38439 |
| | Cirripedia | 481.5510 | 1287 | 1412.19633 | 39.36460 |
| | Rotatoria | 8044.6953 | 863 | 99549.33949 | 3388.699 |
| | Total | 5175.5925 | 6321 | 45232.72802 | 568.93138 |

جدول ۱۴ میانگین وزن توده زنده (میلی گرم در متر مکعب) هر یک از
گروههای زئوپلانکتون در فصول مختلف

Report

WM3_1

| SEASONS | PHYLUM1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|---------|--------------------------|---------|------|----------------|--------------------|
| spring | Copepoda | 30.4948 | 429 | 40.73207 | 1.96656 |
| | Cladocera | 4.1491 | 368 | 7.30846 | .38098 |
| | Protozoa | .5035 | 95 | 1.87559 | .19243 |
| | Lamellibranchiata larvae | 3.3697 | 322 | 8.74670 | .48743 |
| | Cirripedia | 2.4406 | 377 | 6.23733 | .32124 |
| | Rotatoria | 6.8554 | 300 | 32.73128 | 1.88974 |
| | Total | 9.8989 | 1891 | 26.52294 | .60992 |
| summer | Copepoda | 72.5774 | 398 | 133.30727 | 6.68209 |
| | Cladocera | 3.8655 | 214 | 6.53014 | .44639 |
| | Protozoa | 1.9326 | 147 | 9.74955 | .80413 |
| | Lamellibranchiata larvae | 67.8728 | 238 | 221.26938 | 14.34276 |
| | Cirripedia | .8534 | 327 | 3.17377 | .17551 |
| | Rotatoria | 6.7287 | 81 | 30.38104 | 3.37567 |
| | Total | 33.4341 | 1405 | 120.50641 | 3.21493 |
| autumn | Copepoda | 69.4926 | 405 | 161.92619 | 8.04618 |
| | Cladocera | 1.8686 | 200 | 4.11837 | .29121 |
| | Protozoa | 1.4616 | 144 | 7.35565 | .61297 |
| | Lamellibranchiata larvae | 3.7013 | 257 | 8.56461 | .53425 |
| | Cirripedia | 1.1802 | 287 | 3.51268 | .20735 |
| | Rotatoria | 78.1301 | 195 | 670.06522 | 47.98437 |
| | Total | 30.4126 | 1488 | 258.68206 | 6.70602 |
| winter | Copepoda | 35.7360 | 409 | 74.15202 | 3.66658 |
| | Cladocera | 2.4313 | 208 | 4.12746 | .28619 |
| | Protozoa | .4947 | 95 | 4.06690 | .41725 |
| | Lamellibranchiata larvae | 1.2908 | 174 | 4.53922 | .34412 |
| | Cirripedia | .7006 | 296 | 1.22199 | .07103 |
| | Rotatoria | 27.4623 | 286 | 82.48659 | 4.87753 |
| | Total | 15.9775 | 1468 | 55.73201 | 1.45459 |
| Total | Copepoda | 51.6323 | 1641 | 113.69687 | 2.80669 |
| | Cladocera | 3.2662 | 990 | 6.07392 | .19304 |
| | Protozoa | 1.2253 | 481 | 7.02408 | .32027 |
| | Lamellibranchiata larvae | 18.5818 | 991 | 111.97106 | 3.55688 |
| | Cirripedia | 1.3561 | 1287 | 4.18686 | .11671 |
| | Rotatoria | 29.8042 | 862 | 323.48094 | 11.01780 |
| | Total | 21.4975 | 6252 | 142.19805 | 1.79839 |

جدول ۱ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار تعداد بنتوزها در
متر مربع در حوزه جنوبی دریای خزر (۸۵-۱۳۷۳)

Report

TNM2_1

| YEAR1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|----------|-----|----------------|--------------------|
| 137374 | 3149.653 | 288 | 2769.9978 | 163.2237 |
| 1375 | 2879.271 | 288 | 2494.4557 | 146.9872 |
| 138182 | 943.101 | 158 | 1153.6891 | 91.7826 |
| 1383 | 785.444 | 90 | 1199.9402 | 126.4848 |
| 1384 | 1719.275 | 69 | 2497.8811 | 300.7095 |
| 1385 | 1003.061 | 66 | 1684.8174 | 207.3867 |
| Total | 2232.390 | 959 | 2474.4268 | 79.9034 |

جدول ۲ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار توده زنده بنتوزها در
متر مربع در حوزه جنوبی دریای خزر (۸۵-۱۳۷۳)

Report

WNM2_1

| YEAR1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean |
|--------|-----------|-----|----------------|--------------------|
| 137374 | 13.734646 | 288 | 46.1546892 | 2.7196911 |
| 1375 | 10.848681 | 288 | 21.4481121 | 1.2638421 |
| 138182 | 2.280728 | 158 | 4.9334933 | .3924877 |
| 1383 | 1.813400 | 90 | 3.3584482 | .3540115 |
| 1384 | 46.704188 | 69 | 157.8912987 | 19.00788 |
| 1385 | 20.765024 | 66 | 48.6738542 | 5.9913373 |
| Total | 12.718081 | 959 | 53.1928087 | 1.7176854 |

جدول ۳ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار، حداقل و حداکثر تعداد بنتوزها در متر مربع در حوزه
جنوبی دریای خزر در اعماق مختلف

Report

TNM2_1

| OMGH1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|-------|----------|-----|----------------|--------------------|---------|---------|
| 5 | 565.019 | 106 | 997.5896 | 96.8945 | 10.0 | 4850.0 |
| 10 | 2022.008 | 239 | 2465.7186 | 159.4941 | 20.0 | 14660.0 |
| 20 | 2282.961 | 233 | 2556.5280 | 167.4837 | 10.0 | 12810.0 |
| 50 | 2552.252 | 222 | 2104.4593 | 141.2421 | 30.0 | 15660.0 |
| 100 | 3262.133 | 150 | 2960.2713 | 241.7051 | 30.0 | 24860.0 |
| =>200 | 1095.556 | 9 | 1327.5175 | 442.5058 | 10.0 | 3700.0 |
| Total | 2232.390 | 959 | 2474.4268 | 79.9034 | 10.0 | 24860.0 |

جدول ۴ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار، حداقل و حداکثر توده زنده بنتوزها در متر مربع در حوزه جنوبی دریای خزر در اعماق مختلف

Report

WNM2_1

| OMGH1 | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|-------|-----------|-----|----------------|--------------------|---------|-----------|
| 5 | 10.446836 | 106 | 39.8518300 | 3.8707519 | .0030 | 284.8000 |
| 10 | 17.525879 | 239 | 42.4914378 | 2.7485426 | .0090 | 374.4180 |
| 20 | 19.439086 | 233 | 93.9556085 | 6.1552366 | .0420 | 1226.8540 |
| 50 | 8.303095 | 222 | 11.7023559 | .7854107 | .0750 | 115.8500 |
| 100 | 3.470220 | 150 | 2.3946337 | .1955210 | .0000 | 17.4700 |
| =>200 | .829222 | 9 | .8135786 | .2711929 | .0040 | 2.4650 |
| Total | 12.718081 | 959 | 53.1928087 | 1.7176854 | .0000 | 1226.8540 |

جدول ۵ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار، حداقل و حداکثر تعداد بنتوزها در متر مربع در حوزه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف

Report

TNM2_1

| SAESON | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|--------|----------|-----|----------------|--------------------|---------|---------|
| spring | 2943.873 | 284 | 3085.3564 | 183.0822 | 10.0 | 15660.0 |
| summer | 1708.952 | 229 | 1554.5436 | 102.7271 | 10.0 | 9140.0 |
| autumn | 1840.720 | 236 | 2369.5741 | 154.2461 | 10.0 | 24860.0 |
| winter | 2281.152 | 210 | 2249.8711 | 155.2559 | 10.0 | 11490.0 |
| Total | 2232.390 | 959 | 2474.4268 | 79.9034 | 10.0 | 24860.0 |

جدول ۶ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار، حداقل و حداکثر وزن توده زنده بنتوزها در متر مربع در حوزه جنوبی دریای خزر در فصول مختلف

Report

WNM2_1

| SAESON | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|--------|-----------|-----|----------------|--------------------|---------|-----------|
| spring | 17.399444 | 284 | 80.7858902 | 4.7937606 | .0000 | 1226.8540 |
| summer | 11.490105 | 229 | 29.3558848 | 1.9398915 | .0040 | 321.8430 |
| autumn | 9.228631 | 236 | 20.4896896 | 1.3337652 | .0030 | 162.0600 |
| winter | 11.647650 | 210 | 51.7100438 | 3.5683320 | .0036 | 716.1950 |
| Total | 12.718081 | 959 | 53.1928087 | 1.7176854 | .0000 | 1226.8540 |

جدول ۷ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار، حداقل و حداکثر تعداد بتتوزها در متر مربع در حوزه جنوبی دریای خزر در مناطق مختلف

Report

TNM2_1

| REGION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|-------------|----------|-----|----------------|--------------------|---------|---------|
| West | 1788.268 | 380 | 2147.1754 | 110.1478 | 10.0 | 14660.0 |
| Middle | 2169.644 | 337 | 2160.3248 | 117.6804 | 10.0 | 11740.0 |
| East | 3049.821 | 224 | 3141.0211 | 209.8683 | 10.0 | 24860.0 |
| deep waters | 1095.556 | 9 | 1327.5175 | 442.5058 | 10.0 | 3700.0 |
| Total | 2214.455 | 950 | 2465.1290 | 79.9793 | 10.0 | 24860.0 |

جدول ۸ - میانگین، انحراف معیار، خطای معیار، حداقل و حداکثر وزن توده زنده بتتوزها در متر مربع در حوزه جنوبی دریای خزر در مناطق مختلف

Report

WNM2_1

| REGION | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error of Mean | Minimum | Maximum |
|-------------|-----------|-----|----------------|--------------------|---------|-----------|
| West | 16.184891 | 380 | 76.5983395 | 3.9294119 | .0030 | 1226.8540 |
| Middle | 10.945045 | 337 | 28.3390254 | 1.5437251 | .0000 | 284.8000 |
| East | 10.255737 | 224 | 30.5555043 | 2.0415755 | .0300 | 374.4180 |
| deep waters | .829222 | 9 | .8135786 | .2711929 | .0040 | 2.4650 |
| Total | 12.782617 | 950 | 53.4382653 | 1.7337663 | .0000 | 1226.8540 |

Abstract

Annually, many data of hydrology and hydrobiology of the southern Caspian Sea at Iran's coasts were collected by Caspian Sea Research Institute of Ecology. The data which had been collected by researchers submitted annually in several reports but has not been processed all at once. Fluctuations of various parameters were surveyed and the relationships between them were analyzed. The main goal of this research is to analysis the data were obtained from 1994 to 2006 and show changes the concentration of various parameters in the Caspian Sea.

Physicochemical data indicated that the average trend of transparency and salinity was decreased from 1994 to 2006 annually, where the salinity value was decreased from 12.37 ppt (part per thousand) to 11.5 ppt. The average of dissolved oxygen was increased from 6.4 to 8.6mg/l. pH has slightly fluctuated from 8.15 to 8.31. However, with increasing depth from surface to bottom, the average of dissolved oxygen was sharply decreased (DO concentration in surface and 800 m was 7.18 and 1.45 mg/l, respectively). The trend of salinity and pH fluctuation was very slow with depth but the salinity has an increasing with incrementing of depth but pH has a decreased trend. The average of organic and inorganic phosphorus and TP was nearly increased. The average of Nitrate and Silica sharply increased comparing to depth but the average of Nitrite and organic Nitrogen decreased. The results showed that the temperature fluctuation in different water layers was low in winter but the dramatic decreasing of temperature was occurred at 10-20 m (in spring), 20 – 50 m (in winter) and 50-100 m (in autumn). With increasing of depth (Slope of the Sea), transparency and salinity values have an increasing while DO and pH showed decreased.

As a whole, 335 species of phytoplankton were identified, there are 70 species in advance as these species were not seen in this period but 96 of novel's species have been recorded. The lowest and the most of phytoplankton biomass was recorded in 2006 and 2001 while the biomass was 59 and 1034 mg/m³, respectively. Albet, the lowest biomass was recorded at the depth of 100 m (24.1 mg/m³) but the maximum was observed in surface layer (1344.1 mg/m³). The average of phytoplankton biomass was increased after arrival of the ctenophore. There was a significant difference between the average of biomass in different seasons before and after of the ctenophore invasion ($P < 0.001$). Bacillariophyta and Pyrrophyta have the most cell abundance with a total of biomass of 52.7 and 37, respectively. From 1994 to 2006, species diversity (Shanon – Niner), evenness and richness were estimated between 3.02-1.29, 0.28-0.61 and 4.32-7.60, respectively.

A total of 65 zooplankton species were identified with a frequent species in the Caspian Sea before the ctenophore invasion, while the species diversity decreased after the invasion. The high and the lowest of species diversity was recorded in 1994-1995 and 2006 and in 1999 the biomass of the zooplankton were observed between 12.6 mg/l and 363.8 mg/l, respectively. After arrival of ctenophore, the averages of zooplankton biomass at of the different depths were sharply decreased and were less than the ctenophore invasion. The result showed that there was a significant difference among the average of zooplankton biomass in two periods, seasons and west, middle and east regions as follows: $P < 0.001$, $P < 0.008$ and $P < 0.01$. The maximum abundance and biomass of zooplankton belonged to copepoda with %51.5 and %63, respectively. Rotatoria falls in the second class from 1994 to 2006 (during 1994-2006), species diversity, evenness and richness were varied between 0.19-1.6, 0.08-0.52 and 0.37-2.29, respectively.

The species diversity of macrobenthic organisms at the same period's followed by zooplankton changes which sharply decreased. The average of benthic biomass reduced from 13.7 g/m² in 1994-1995 to 1.8 g/m² in 2004 but sharply increased in 2005 with a maximum value of 46.7 g/m². With increasing of depth, the average of benthic biomass was sharply decreased. There was a significant difference ($P < 0.001$) in macrobenthic organisms abundance before and after the ctenophore invasion, but it did not show a significant difference between seasons and different regions (as follows: $P > 0.137$, $P > 0.782$). Before the presence of ctenophore, the worms had been constituted a dominate group with a approximately %45 of total abundance and also %20 of their biomass. After this period, their frequency was sharply increased (more than %85) but the maximum value pertains to Cardidae (more than %90). The species diversity, evenness and richness were varied between .69-2.51, 0.23-0.63 and .011-3.79, respectively. AMBI software, Shanon-Viner parameter was moderate in all seasons from 1994 to 1996 but this parameter was reduced in a bad limit (boundary) in the most seasons from 2002 to 2005. The main parameter of M-AMBI consists of several parameters and also approximately showed similar changes such as Shanon -viner parameter. On basis of this parameter, the ecological quality condition of Caspian Sea was superior limit in all seasons from 1994 to 1996 but after the following years were decreased from good to moderate limits (After the presence of ctenophore). Relationship between abiotic variants and phytoplankton indicated that there was a direct relationship between transparency and salinity while there was a powerful and reversal significant relationship between transparency–water temperature, transparency in organic Nitrate, phytoplankton number and transparency – phytoplankton biomass. The comparison between different variants average in two periods (before and after the ctenophore invasion) indicated that the average of Kilka catch was decreased, the relative frequency of clupeonella engrauliformis and clupenoella grimmi was sharply reduced but the relative frequency of Clupeonella cultriventris was sharply increased, the species diversity, evenness and richness and the number of zooplankton species were sharply decreased, the average of biomass and transparency was sharply reduced, the average of dissolved oxygen and liza saliens or liza auratus catch were increased. These difference were often significant ($P < 0.05$). Therefore, with the ctenophore invasion into the Caspian Sea, the primary production was increased, the biomass value of zooplankton and specially Kilka which fed on zooplankton were sharply decreased while the fish such as Rutilus frisi kutum and mullet (Liza salins or Liza aurratus) which fed on benthic were increased.

Ministry of Jihad – e – Agriculture

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION

IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION – Caspian Sea Ecology Research Center

Title : Hydrology and Hydrobiology data analysis collected during 1998-2007

Apprpved Number: 2-76-12-8605-86089

Author: Hassan Fazli

Executor : Hassan Fazli

Collaborator : M.V. Farabi, Gh. Daryanabard, R. Ganjian, F. Vahedi, E. Varedi, A.Hashemian, M Roshantabari

Advisor(s): M.Naderi

Location of execution : Mazandaran province

Date of Beginning : 2008

Period of execution : 1 Year&6 Months

Publisher : *Iranian Fisheries Research Organization*

Circulation : 20

Date of publishing : 2011

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION-Caspian Sea Ecology Research Center

Title:

**Hydrology and Hydrobiology data analysis
collected during 1998-2007**

Executor :

Hassan Fazli

Registration Number

2010.1042